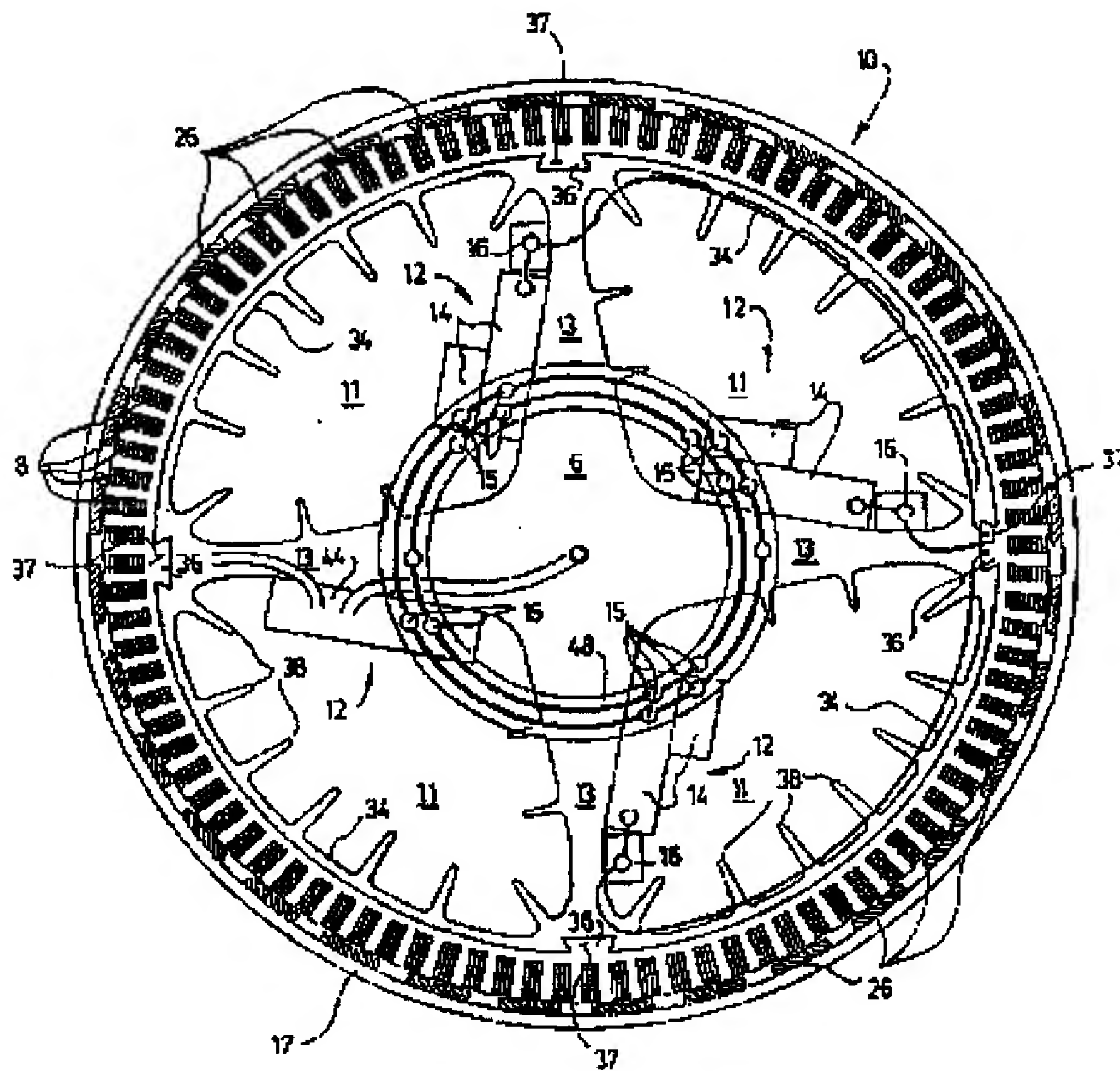


AN: PAT 1994-035335
TI: Electric motor-wheel with hollow shaft has first and second openings for outside conductors and coaxial stator attached to shaft with hollow portion and windings
PN: WO9401917-A1
PD: 20.01.1994
AB: The electric motor-wheel has an entry (40) to receive current at terminals (15) and three outputs (42) for three alternate phase currents. The currents may be polyphase. A microprocessor (44) has branches (41a,41b,41c) to control the operation and is external to the motor-wheel. A stator feeds the electric current. The stator (6) is in the shape of a cross with three arms for the phase currents and a fourth arm (13). A condenser (14) distributes to the three condensers on the arms and the microprocessor is connected to the fourth arm. The motor-wheel has two distribution output buses and a circular supply (48) connected to the arms for a high-voltage current. A rotor coaxial with and rotatably mounted about the stator has a conversion system for converting an electric input current into a variable alternating electric current and also has power electronics in the hollow portion with input terminals to receive the electric current and output terminals to generate the variable alternating electric current. The variable alternating current is supplied to the stator windings.; Electric motor-wheel for variable alternating currents which is detachable from suspension arms.
PA: (HYDR-) HYDRO QUEBEC; (HYDR-) HYDRO-QUEBEC;
IN: BOURGEOIS F; COUTURE P; FRANCOEUR B; HARBE G; SIMARD J;
FA: WO9401917-A1 20.01.1994; DE69332783-T9 09.09.2004;
AU9345543-A 31.01.1994; US5327034-A 05.07.1994;
US5355039-A 11.10.1994; NO9500128-A 09.03.1995;
EP650644-A1 03.05.1995; FI9500133-A 09.03.1995;
TW243427-A 21.03.1995; HU68449-T 28.06.1995;
US5438228-A 01.08.1995; JP07508877-W 28.09.1995;
EP744313-A2 27.11.1996; EP650644-B1 19.03.1997;
AU676484-B 13.03.1997; AU9710190-A 13.03.1997;
DE69309066-E 24.04.1997; CN1101178-A 05.04.1995;
NZ254035-A 24.06.1997; NZ314673-A 24.06.1997;
ES2101326-T3 01.07.1997; HU213818-B 28.10.1997;
BR9306755-A 08.12.1998; CN1142133-A 05.02.1997;
CA2317818-A1 20.01.1994; CA2317818-C 03.04.2001;
CA2139118-C 17.04.2001; KR324433-B 02.07.2002;
EP744313-B1 19.03.2003; JP3396481-B2 14.04.2003;
DE69332783-E 24.04.2003; CN1035913-C 17.09.1997;
CO: AT; AU; BE; BR; BY; CA; CH; CN; CZ; DE; DK; EP; ES; FI; FR;
GB; GR; HU; IE; IT; JP; KR; LI; LU; MC; NL; NO; NZ; PL; PT; RU;
SE; TW; US; WO;
DN: AU; BR; BY; CA; CZ; FI; HU; JP; KR; NO; NZ; PL; RU;
DR: AT; BE; CH; DE; DK; ES; FR; GB; GR; IE; IT; LU; MC; NL; PT;
SE; LI;
IC: B60B-019/00; B60B-037/00; B60K-007/00; H02K-000/00;
H02K-001/27; H02K-005/18; H02K-007/00; H02K-007/10;
H02K-007/106; H02K-007/14; H02K-011/00; H02K-013/14;
H02K-021/22; H02K-029/00; H02K-029/10; H02M-007/44;
H02P-017/00;
MC: X21-A02;
DC: Q11; Q13; X21;
FN: 1994035335.gif
PR: US0913021 14.07.1992; US0077646 23.07.1993;
US0151192 12.11.1993;
FP: 20.01.1994
UP: 01.11.2004





⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Übersetzung der
europäischen Patentschrift

⑧ EP 0 650 644 B1

⑩ DE 693 09 066 T 2

⑤① Int. Cl.⁸:
H 02 K 7/14
B 60 K 7/00

②① Deutsches Aktenzeichen:	693 09 066.9
⑧⑧ PCT-Aktenzeichen:	PCT/CA93/00278
⑧⑥ Europäisches Aktenzeichen:	93 815 591.7
⑧⑦ PCT-Veröffentlichungs-Nr.:	WO 94/01917
⑧⑥ PCT-Anmeldetag:	6. 7. 93
⑧⑦ Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung:	20. 1. 94
⑧⑦ Erstveröffentlichung durch das EPA:	3. 5. 95
⑧⑦ Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	19. 3. 97
④⑦ Veröffentlichungstag im Patentblatt:	9. 10. 97

*Leistungselektronik im Motor
aber nicht in der Welle*

DE 693 09 066 T 2

③① Unionspriorität:

913021 14.07.92 US

⑦③ Patentinhaber:

Hydro-Quebec, Montreal, Quebec, CA

⑦④ Vertreter:

Sparing . Röhl . Henseler, 40237 Düsseldorf

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU,
MC, NL, PT, SE

⑦② Erfinder:

COUTURE, Pierre, Boucherville, Quebec J4B 4A4,
CA; FRANCOEUR, Bruno, Loretteville, Quebec G2A
2S4, CA; SIMARD, Julien, Brossard, Quebec J4X
1C4, CA; BOURGEOIS, Francois-Xavier, St-Liboire,
Quebec J0H 1R0, CA; HARBEC, Germain, Ste-Julie,
Quebec J3E 1Y2, CA

⑤④ ELEKTROMOTOR/RAD-EINHEIT

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 693 09 066 T 2

15.05.97

- 1 -

93915591.7
0 650 644

19 DE 111

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Elektromotor/Rad-Einheit.

STAND DER TECHNIK:

Im amerikanischen Patent Nr. 4.223.255 von Gary S. Goldman, erteilt am 16. September 1980, wird eine Motor/Rad-Einheit beschrieben, die mit einer Steuerung und einer Zweifunktionsschaltung ohne Bürsten zum Schalten und Gleichrichten versehen ist, welche ganz im Rad enthalten sind. Diese Motor/Rad-Einheit ist zum grundsätzlichen Gebrauch in einen elektrischen Fahrzeug mit vier Triebrädern bestimmt. Die Motor-Rad-Einheit wird durch Batterien über einen Leistungswandlerkreis versorgt, der sich außerhalb der Motor/Rad-Einheit befindet. Mit dieser Art Motor/Rad-Einheit müssen, wenn ein Motor mit relativ hohem Drehmoment erreicht werden soll, die Versorgungsleitungen zwischen Leistungswandlerkreis und Motor/Rad-Einheit einen relativ hohen Durchmesser haben, um hohe Ströme leiten zu können. Es entstehen dann Energieverluste, die proportional zur Länge der Versorgungsleitungen sind.

In dem amerikanischen Patent Nr. 1.997.974 von W.C. Moore et al., erteilt am 16. April 1935, wird eine elektrische Motor/Rad-Einheit für ein Fahrzeug beschrieben, die einen Flansch auf der Innenfläche des Rades und einen Innenraum für die Bremse hat, welche sich im Inneren eines zentralen Teils des Zaums befindet. Es ist jedoch u.a. zu betonen, daß die zentrale Welle des Motors nach außen versetzt ist, was den Motor äußeren Stößen aussetzt.

Im amerikanischen Patent Nr. 4.913.258 von Hiroshi Sakurai et al., erteilt am 3. April 1990, wird eine Motor/Rad-Einheit mit einem äußeren Rotor beschrieben, die ein Gelenk, eine mit dem Gelenk coaxial verrastete Radnabe, eine drehbar am Rand der Radnabe befestigte Radscheibe, ein am Rand der Radscheibe befestigtes Rad, einen auf einer Außenseite der Radscheibe befestigten Rotor und einen Stator enthält,

15.06.97

der relativ zum Rotor coaxial montiert, von ihm durch einen kleinen Luftspalt getrennt und auf der Radnabe befestigt ist. Einer der Nachteile dieser Motor/Rad-Einheit mit äußerem Rotor besteht in der Tatsache, daß, wenn eine leistungsfähige Motor/Rad-Einheit mit hohem Drehmoment erreicht werden soll, ein starker Strom in die Wicklung des Eisenkerns versorgende Netz eingeleitet werden muß, selbst wenn die Geschwindigkeit Null beträgt. Bei dieser Art von Motor/Rad-Einheit mit externem Rotor muß ein Wandler vorhanden sein. Dieser Wandler ist im Inneren des Fahrzeugs montiert und kann sich als sehr sperrig erweisen. Die in den Versorgungsleitungen fließenden hohen Ströme erzeugen Wärme, was einen Energieverlust bedeutet. Außerdem können sich die Versorgungsleitungen als ziemlich schwer erweisen.

Im amerikanischen Patent Nr. 754,802 von Ferdinand Porsche et al., erteilt am 15. März 1904, wird eine Kombination beschrieben, die eine Radachse, ein Rad, ein Radlager, ein sich in das Radlager ausdehnendes Ende der Achse und eine zentrale Verbindung zwischen der Achse und dem Radlager, deren axiale Projektion zur Radebene quadratisch ist. Erneut muß der Strom, welcher an die vom Äußeren der MotorRad-Einheit kommenden Bürsten geliefert wird, zum Erreichen einer leistungsfähigen Motor/Rad-Einheit groß sein. Zur Reduzierung von Energieverlusten muß dieser hohe Strom mit Hilfe von Kabeln oder Leitern großen Durchmessers geliefert werden.

Im amerikanischen Patent Nr. 2,348,053 von J.E. Bowker, erteilt am 2. Mai 1944, werden Verbesserungen für ein mit elektrischen Motoren ausgestattetes Fahrzeug beschrieben, die eine Vielzahl antreibbar montierter Räder, einen in jedes dieser Räder integrierten Dynamo-Motor und zwischen Schalterbanken, Dynamo-Motoren und Akkumulatoren angeordnete Verbindungen der elektrischen Schaltung zur Steuerung der Funktion der Dynamo-Motoren, welche als Motoren gemäß der Position eines Auswahlschalters arbeiten, umfassen. Erneut müssen zum Erreichen eines leistungsfähigen Motors die Wicklungen des Eisenkerns mit einem hohen Strom versorgt werden, wobei solche hohen Ströme Kabel großen Durchmessers erfordern, um die Energie der Akkumulatoren des Fahrzeugs den Wicklungen des Eisenkerns zuzuführen. Solche Kabel oder Leiter großen Durchmessers

15.06.97

sind steif und sperrig.

Die folgenden amerikanischen Patente beschreiben unterschiedliche Motor/Rad-Einheiten: 638,643; 643,854; 2,506,146; 2,514,460; 2,581,551; 2,608,598; 3,566,165; 3,704,759; 3,792,742; 3,812,928; 3,892,300; 3,897,843; 4,021,690; 4,346,777; 4,389,586; 1,709,255; 2,335,398 und 3,548,965.

Keines der oben genannten Patente zeigt die für eine Realisierung einer leistungsfähigen Motor/Rad-Einheit notwendigen Mittel zur Reduzierung des Durchmessers der Versorgungskabel zwischen Motor/Rad-Einheit und Versorgungsquelle.

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine elektrische Motor-Rad-Einheit vorzuschlagen, in der ein variabler Wechselstrom in die Wicklungen des Stators der Motor/Rad-Einheit geschickt wird und in der Leiter oder Kabel relativ kleinen Durchmessers, die flexibel und weniger sperrig sind, zur Versorgung der Motor/Rad-Einheit mit elektrischer Energie selbst dann verwendet werden können, wenn eine leistungsfähige Motor/Rad-Einheit gefordert wird.

Darüberhinaus besteht ein Ziel der vorliegenden Erfindung darin, eine Motor/Rad-Einheit vorzuschlagen, deren Gewicht reduziert ist, wobei sie mit Standardbremssystemen kompatibel bleibt.

Ein durch eine bevorzugte Ausführungsform erreichtes weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Motor/Rad-Einheit vorzuschlagen, welche ein Verhältnis R_1/R_2 aufweist, das möglichst nahe bei 1 liegt, wobei R_1 der Abstand zwischen dem Luftspalt der Motor/Rad-Einheit und ihrer Drehachse und R_2 der Abstand zwischen der Oberfläche der auf der Motor/Rad-Einheit befestigten Felge, die zur Aufnahme einer Bereifung angebracht ist, und der Drehachse der Motor-Rad-Einheit ist.

Ein durch eine bevorzugte Ausführungsform erreichtes weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Motor/Rad-Einheit vorzuschlagen, die weniger Wärme freisetzt und folglich einen geringeren Energieverlust aufweist.

Ein durch eine bevorzugte Ausführungsform erreichtes weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Motor/Rad-Einheit vorzuschlagen, die Mittel zur Kühlung der Motor/Rad-Einheit im Betrieb

15.06.97

enthält.

Ein durch eine bevorzugte Ausführungsform erreichtes weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Motor/Rad-Einheit vorzuschlagen, die von einem Auhängungsarm abnehmbar ist.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Elektromotor/Rad-Einheit, umfassend eine Hohlwelle mit einem mit einer ersten Öffnung versehenen Ende, wobei die erste Öffnung Versorgungsleiter von außerhalb der Motor/Rad-Einheit aufnehmen kann; einen mit der Welle coaxialen und an der Welle befestigten Stator, wobei der Stator eine Hohlpartie und Wicklungen aufweist; einen mit dem Stator coaxialen und drehbar um den Stator montierten Rotor; und eine Wandlereinrichtung zum Umsetzen einer elektrischen Eingangsspannung und eines elektrischen Eingangsstroms in einen elektrische Ausgangsspannung und einen elektrischen Ausgangsstrom, wobei der Ausgangsstrom ein variabler Wechselstrom ist, wobei das Umsetzmittel eine Leistungselektronik umfaßt mit Eingangsanschlüssen zum Aufnehmen des elektrischen Eingangsstroms und mit Ausgangsanschlüssen zur Erzeugung des variablen elektrischen Wechselstroms, wodurch im Betrieb der variable Wechselstrom die Wicklungen des Stators speist, wobei die Motor/Rad-Einheit dadurch gekennzeichnet ist, daß

die Leistungselektronik in der Hohlpartie montiert ist; und
die Versorgungsleiter direkt mit den Eingangsanschlüssen der in der Hohlpartie angeordneten Leistungselektronik derart verbunden sind, daß die in der ersten Öffnung der Hohlwelle aufgenommenen Leiter von relativ geringem Durchmesser sein können, selbst in dem Fall, in dem der Motor ein relativ großes Drehmoment erzeugen soll.

Vorzugsweise umfaßt der Stator eine an der Welle befestigte Zentralpartie, eine sich radial von der Zentralpartie erstreckende Abstützung, und ein peripheres, kreisförmiges und aus Metallamellen gefertigtes Polstück, auf dem die Wicklungen aufgewickelt sind, wobei das Polstück an peripheren Enden der Abstützung befestigt ist, wobei die Abstützung mit Durchbrechungen zur Reduzierung ihres Gewichts versehen

15.06.97

ist.

Vorzugsweise umfaßt der Rotor ein Gehäuse mit einer zylindrischen Wand mit einer mit einem magnetischen Mittel ausgerüsteten, den Stator umgebenden und vom Stator durch einen Luftspalt getrennte Innenfläche.

Gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Rotor ein mit einer Anzahl von Permanentmagneten versehenes magnetisches Mittel.

Gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Rotor ein magnetisches Mittel mit einem aus Metallamellen gefertigten Polstück, auf welchem eine Wicklung aufgewickelt ist, der Stator mit an einen Ausgang des Umsetzmittels verbundenen Bürsten versehen ist, und der Rotor mit zum Zusammenwirken mit den Bürsten angeordneten leitenden Kontaktflächen versehen ist, wobei die Kontaktflächen mit der Wicklung des Rotors verbunden sind.

Gemäß einer dritten bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Rotor ein magnetisches Mittel mit einem aus Metallamellen gefertigten Polstück, auf dem eine Wicklung aufgewickelt ist, so daß auf diese Weise ein elektrischer Strom in der Wicklung des Rotors mittels eines von den Wicklungen des Stators erzeugten elektromagnetischen Feldes induzierbar ist.

Vorzugsweise umfaßt der Stator einen leichten, wärmeleitenden Werkstoff.

Gemäß der ersten und dritten bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Wandlereinrichtung

- einen Gleichstrom/Wechselstrom-Wandler mit einem Eingang zum Aufnehmen eines Gleichstroms ausgehend von den Eingangsanschlüssen und mit drei Ausgängen zum Erzeugen von dreiphasigen Wechselströmen an den Ausgangsanschlüssen; und

- eine mit dem Wandler zur Steuerung von dessen Betrieb verbundene Mikroprozessoreinheit.

Gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform umfaßt besagtes Umsetzmittel:

- einen Gleichstrom/Wechselstrom-Wandler mit einem Eingang zum

15.08.97

Aufnehmen eines Gleichstroms von den Eingangsanschlüssen und mit vier Ausgängen zum Erzeugen von jeweils einem der Wicklung des Rotors bestimmten Gleichstrom und von den Wicklungen des Stators bestimmten dreiphasigen Wechselströmen; und

- eine mit dem Wandler zur Steuerung von dessen Betrieb verbundene Mikroprozessoreinheit.

Gemäß der ersten und dritten bevorzugten Ausführungsform

- weist der Stator die Gestalt eines Kreuzes mit vier Armen auf;

- besteht der Wandler aus drei Wandlereinheiten, die jeweils die dreiphasigen Wechselströme erzeugen, wobei die Einheiten jeweils auf drei der vier Arme befestigt sind; und

- ist die Mikroprozessoreinheit auf dem vierten der Arme befestigt; und

- umfaßt die Motor/Rad-Einheit ferner zwei mit den Wandlereinheiten und dem Mikroprozessor verbundene Verteilungs- und Versorgungskreisbusse, so daß auf diese Weise im Betrieb der Gleichstrom mittels dieser Buse an die Wandlereinheiten und an den Mikroprozessor verteilt wird.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 ist eine Teilseitenansicht im Schnitt einer Ausführungsform der vorliegenden Elektromotor/Rad-Einheit, in Kombination mit einer Felge, einer Bereifung und einem angelenkten Pleuel;

Fig. 2 ist Teilvorderansicht im Schnitt des Rotors und des Stators der Elektromotor/Rad-Einheit aus Fig. 1, die Einzelheiten der Verwirklichung der zentralen Partie enthält;

Fig. 3 ist eine vergrößerte Ansicht eines Teils von Fig. 1;

Fig. 4 ist eine Schnittansicht längs der Linie 4-4 aus Fig. 3;

Fig. 5 ist eine Vorderansicht eines Teils der in Fig. 1 gezeigten Elektromotor/Rad-Einheit;

Fig. 6 ist eine vergrößerte Ansicht eines Teils aus Fig. 1;

Fig. 7 ist eine Schnittansicht längs der Linie 7-7 aus Fig.

15.08.97

5;

Fig. 8 ist eine Vorderansicht der in Fig. 1 gezeigten Felge mit der Bereifung;

Fig. 9 ist eine Schnittansicht längs der Linie 9-9 aus Fig. 8;

Fig. 10 ist eine vergrößerte Ansicht eines Teils von Fig. 9;

Fig. 11 ist eine vergrößerte Ansicht eines Teils von Fig. 9;

Fig. 12 ist eine vergrößerte Ansicht eines Teils von Fig. 1;

Fig. 13 ist eine Rückansicht der in Fig. 12 gezeigten Elemente;

Fig. 14 ist eine Rückansicht des in Fig. 1 gezeigten angelenkten Pleuels, partiell im Schnitt;

Fig. 15 ist eine Rückansicht eines Elementes aus Fig. 1, auf dem das angelenkte Pleuel befestigt ist;

Fig. 16 ist eine Teildraufsicht im Schnitt des hinteren Teils der in Fig. 1 gezeigten Elektromotor/Rad-Einheit;

Fig. 17 ist eine Rückansicht des angelenkten Pleuels in Kombination mit einer Scheibenbremse;

Fig. 18 ist ein schematisches Blockdiagramm eines elektrischen Umsetzmittels gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 19 ist eine Teilseitenansicht im Schnitt einer anderen Ausführungsform der Elektromotor/Rad-Einheit gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 20 ist eine Teilseitenansicht im Schnitt einer anderen Ausführungsform der Elektromotor/Rad-Einheit gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 21 ist ein schematisches Blockdiagramm einer anderen Ausführungsform des elektrischen Umsetzmittels gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 22 ist eine Teilseitenansicht im Schnitt einer anderen Ausführungsform der Elektromotor/Rad-Einheit gemäß der vorliegenden Erfindung.

Fig. 23 ist eine Teilvorderansicht im Schnitt des in Fig. 22 gezeigten Stators und des in Fig. 22 gezeigten Rotors der elektrischen

15.05.97

Motor/Rad-Einheit;

Fig. 24 ist eine andere Teilseitenansicht im Schnitt der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform der Elektromotor/Rad-Einheit; und

Fig. 25 ist eine vergrößerte Ansicht eines Teils von Fig. 1.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

In den verschiedenen Darstellungen der Zeichnungen sind einander entsprechende Elemente mit denselben Bezugsziffern bezeichnet.

In Fig. 1 und 2 ist eine Teilseitenansicht im Schnitt einer Ausführungsform der Elektromotor/Rad-Einheit, in Kombination mit einer Felge 28, einer Bereifung 32 und einem angelenkten Pleuel 50, und eine Teilvorderansicht im Schnitt eines Rotors 10 und eines Stators 6 der in Fig. 1 gezeigten Elektromotor/Rad-Einheit gezeigt. Die Elektromotor/Rad-Einheit umfaßt eine Hohlwelle 2 mit einer ersten Öffnung an einem ihrer Enden und einer zweiten Öffnung. Die erste Öffnung nimmt Versorgungsleiter 4 von außerhalb der Elektromotor/Rad-Einheit auf. Der Stator 6 ist mit der Hohlwelle 2 coaxial und an dieser befestigt, wobei der Stator 6 mit Hohlräumen 11 und Wicklungen 8 versehen ist.

In Fig. 2 sind nur einige Abschnitte der Wicklung mit der Nummer 8 bezeichnet, es ist aber wichtig zu verstehen, daß Wicklungen um den gesamten Stator 6 herum vorhanden sind. Der Stator 6 ist an der Hohlwelle 2 befestigt, kann aber von dieser gelöst werden, wenn die Motor /Rad-Einheit nicht im Betrieb ist.

Der Rotor 10 ist mit dem Stator 6 coaxial und um diesen drehbar montiert. Der Stator 6 umfaßt zur Reduzierung seines Gewichts Öffnungen, die die Hohlpforten 11 zwischen Armen 13 bilden. Die Motor/Rad-Einheit enthält auch eine Wandlereinrichtung zum Umwandeln eines elektrischen Eingangsstroms in einen variablen elektrischen Wechselstrom. Die Wandlereinrichtung 12 umfaßt eine Mikroprozessoreinheit 44, einen GleichstromWechselstromwandler mit einer Leistungselektronik 14, welcher im Inneren der Hohlräumen 11 montiert ist, Eingangsanschlüsse 15 zur Aufnahme des über die Leiter 4 und die Ausgangsanschlüsse 16 zugeführten elektrischen Eingangsstroms zur Erzeugung eines variablen elektrischen

15.05.97

Wechselstroms. Es ist wichtig zu verstehen, daß die Wandlereinrichtung reversibel sein kann derart, daß der elektrische Motor wie ein Generator verwendet werden kann. Die Frequenz des variablen elektrischen Wechselstroms entspricht einer gewünschten Rotationsgeschwindigkeit des Rotors 10, die Phase des variablen elektrischen Wechselstroms bestimmt, ob die Motor/Rad-Einheit wie ein Motor oder wie ein Generator funktioniert, und die Amplitude des variablen elektrischen Wechselstroms entspricht einem gewünschten Drehmoment. Der Benutzer der vorliegenden Elektromotor/Rad-Einheit kann Leiter von relativ kleinem Durchmesser zur Zuführung einer elektrischen Leistung ins Innere der Motor/Rad-Einheit verwenden, wenn eine solche Leistung von einer hohen Spannung herrührt, weil die Leistungselektronik 14 sich im Inneren der Motor/Rad-Einheit befindet. Eine solche Leistungselektronik 14 wandelt das Eingangssignal von hoher Spannung und niedrigem Strom in ein Signal von erhöhtem Strom um, um die Wicklungen 8 des Stators mit einem variablen Wechselstrom zu speisen. Da sich die Leistungselektronik 14 schon im Inneren der Motor-Rad-Einheit befindet, sind die Leiter großen Durchmessers, die zur Zufuhr des elektrischen Stroms des Umsetzmittels 12 zu den Wicklungen 8 des Stators benötigt werden, relativ kurz. Natürlich umfaßt die Leistungselektronik 14 Kondensatoren, Transistoren, Dioden und andere dem Fachmann bekannte Bestandteile.

Zur Reduzierung des Gewichts oder des Durchmessers der elektrischen Leiter kann eine erhöhte Versorgungsspannung gemäß der folgenden Beziehung verwendet werden:

$$P = IV,$$

wobei P die Leistung, I der Strom und V die Spannung ist. Wenn V anwächst, wird I reduziert. Bei niedriger Geschwindigkeit ist die Leistung klein, was bedeutet, daß der Strom, der den Wandler versorgt, auch klein ist, damit die Spannung konstant bleibt. Wenn jedoch ein erhöhtes Drehmoment erforderlich ist, muß der Strom, der die Wicklungen des Stators versorgt, auch erhöht sein. Die Montage der Leistungselektronik des Wandlers im Inneren des Gehäuses ermöglicht es, elektrische Versorgungsleiter relativ zu einer gewünschten Motorleistung zu wählen, was ein er-

15.05.97

höhtes Drehmoment bei niedriger Geschwindigkeit erlaubt. Außerdem ermöglicht es der Wandler, die Impedanz des Motors relativ zu der der Versorgungsquelle in erhöhter Spannung anzupassen.

Der Stator 6 umfaßt eine an der Hohlwelle 2 befestigte Zentralpartie, sich radial von der Zentralpartie ausdehnende Arme 13, und ein kreisförmiges und peripheres Polstück mit Metall-Lamellen 27, auf dem Wicklungen 8 aufgewickelt sind. Das Polstück ist an peripheren Enden der Arme 13 befestigt.

Der Rotor 10 umfaßt ein Gehäuse mit einer zylindrischen Wand 17 mit einer mit einem magnetischen Mittel 26 ausgerüsteten, den Stator umgebenden und vom Stator 6 durch einen Luftspalt getrennten Innenfläche. Da der Luftspalt relativ klein ist, ist er in Fig. 1 und 2 nicht zu sehen, seine Position ist jedoch in Fig. 25 mit R_1 bezeichnet. Das Gehäuse umfaßt eine auf einer Seite der zylindrischen Wand 17 angeordnete Innenwand 18, und eine auf der anderen Seite der zylindrischen Wand 17 angeordnete Außenwand 20. Die Welle 2 erstreckt sich über eine Zentralpartie der Innenwand 18. Die zweite Öffnung der Welle 2 ist zum Inneren des Gehäuses hin offen.

Das Gehäuse, das einen Teil des Rotors 10 bildet, schließt die Hohlwelle 2, den Stator 6 und das Umsetzmittel 12 dicht ein. Eine dichte Verbindungsstelle 123 ist vorgesehen. Die Motor/Rad-Einheit umfaßt ein mit der Innenwand 18 verbundenes erstes Kugellager 22, und ein mit der Außenwand 20 verbundenes zweites Kugellager 24. Die Kugellager 22 und 24 sind jeweils beiderseits der Welle 2 derart befestigt, daß der Rotor 10 relativ zum Stator 6 mittels der Kugellager 22 und 24 drehbar ist. Ein Schraubbolzen 23 ist vorgesehen, um den Stator 6 relativ zur Welle 2 zu befestigen. Ein Arretierungsring 21 ist ebenfalls vorgesehen. Ein Kompressionsring 127 ist vorgesehen, um das Kugellager 22 zu befestigen.

Der Stator 6 benötigt mindestens zwei zwischen den Durchbrechungen angeordnete Arme, um das Polstück des Stators 6 abzustützen. Die Abstützung kann auch drei Arme in gleichem Abstand zueinander umfassen, die sich radial bis zu den peripheren Enden des Stators 6 erstrecken. In Fig. 2 ist zu sehen, daß der Stator 6 vier Arme 13 in gleichem Abstand zueinander umfaßt. In der in Fig. 1 und 2 gezeigten Ausführungsform um-

15.08.97

faßt das magnetische Mittel des Rotors 6 eine Anzahl von Permanentmagneten 26. In Fig. 2 sind nur einige Magnete mit der Nummer 26 bezeichnet, es ist aber wichtig zu verstehen, daß diese Magnete 26 um den gesamten Stator 6 herum vorgesehen sind. Der Stator 6 ist teilweise aus einem leichten und wärmeleitenden Werkstoff hergestellt. Vorzugsweise ist dieser Werkstoff eine Aluminiumlegierung. Die Motor/Rad-Einheit umfaßt weiter eine um eine Außenfläche des Gehäuses befestigte Felge 28 und einen Elastomerstreifen 30, der zwischen der Felge 28 und dem Gehäuse montiert ist. Die Felge 28 ist zur Aufnahme einer Bereifung 32 ausgebildet. Die Felge 28 hat einen flachen Boden. Die Magnete 26 sind vorzugsweise aus Neodym, Eisen oder Bor hergestellt. Der Streifen 30 verhindert ein Eindringen von Wasser oder Staub zwischen das Gehäuse und die Felge 28, um ein Schwanken des Rades zu vermeiden.

Die peripheren Enden der Arme 13 sind auf dem Polstück des Stators 6 mittels eines runden Glieds 34, welches in die peripheren Enden der Arme 13 integriert ist, befestigt. Das runde Glied 34 ist an seiner äußeren Oberfläche mit Einsenkungen 36 versehen. Das Polstück des Stators 6 hat eine innere Oberfläche, die mit vorstehenden Zungen 37 von passender Form versehen ist, die zum Zusammenwirken mit den Einsenkungen 36 zum Fixieren des Polstücks des Stators 6 auf dem runden Glied 34 ausgebildet sind. Das runde Glied 34 hat eine innere Oberfläche, die mit vorstehenden Partien 38 versehen ist, so daß ein effizienter Wärmetausch mittels der vorstehenden Partien 38 erzielt werden kann, wenn eine Luftzirkulation im Inneren des Gehäuses erzeugt wird. Um Fig. 2 nicht zu überladen, sind nur einige vorstehende Partien mit der Nummer 38 bezeichnet. Die Abstützung des Stators 6 und das runde Glied 34 sind aus einer Aluminiumlegierung hergestellt, während das Polstück des Stators 6 aus Stahl hergestellt ist.

Es ist anzumerken, daß die Enden des Kreuzes, welches durch die Arme 13 des Stators 6 gebildet wird, aus mechanischen Gründen mit Einsenkungen 36 ausgerichtet sind. Daher sind die längs des runden Glieds 34 angeordneten vorstehenden Partien 38 in Hinsicht auf ihre longitudinale Ausdehnung vorzugsweise relativ zur Welle der Motor/Rad-Einheit entlang des Umfangs des runden Glieds 34 zur mechanischen Verstär-

15.05.97

kung versetzt.

Gemäß Fig. 1, 2 und 25 ist der Luftspalt in einem vorbestimmten Abstand R_1 von der Hauptachse 3 der Welle 2 positioniert. Die Felge 28 weist eine Oberfläche 29 zur Aufnahme einer Bereifung 32 auf, die in einem vorbestimmten Abstand R_2 von der der Hauptachse 3 der Welle 2 positioniert ist. R_1/R_2 muß zwischen 0,65 und 0,91 liegen, um eine effiziente Motor/Rad-Einheit zu erhalten. Je höher das Verhältnis R_1/R_2 ist, desto besser ist die Effizienz der Motor/Rad-Einheit. Da es jedoch physikalische Grenzen gibt, hat die in den Fig. 1, 2 und 25 gezeigte Motor-/Rad-Einheit im wesentlichen ein Verhältnis R_1/R_2 von 0,91.

Für einen Motor mit einem radialen Luftspalt ist das Drehmoment T proportional zu $L \cdot R_1^2 \cdot I_B$, wobei L die Breite des Pols, R_1 der Radius des Luftspalts und I_B der Strom durch die Wicklung ist. Bei der Dimensionierung der vorliegenden Motor/Rad-Einheit ist die Breite L des Polstücks maximiert worden. Da mehrere Pole vorhanden sind, kann das Gewicht des Polstücks des magnetischen Schaltkreises reduziert werden, um so das Gewicht und das Trägheitsmoment des Rotors zu reduzieren und einen Hohlraum zur Montage eines Bremsmittels zu schaffen. Die vorliegende Motor/Rad-Einheit vergrößert das Drehmoment T , indem sie ein breites Polstück hat und ein erhöhtes Verhältnis R_1/R_2 aufweist, wobei der nicht erreichbare theoretische Grenzwert 1 beträgt. Die vorliegende Motor/Rad-Einheit liefert auch eine erhöhte Leistung wegen $P = T \cdot \omega$, was proportional ist zu $L \cdot R_1^2 \cdot I \cdot \omega$, wobei ω die Winkelgeschwindigkeit des Rotors darstellt. Die vorliegende Motor/Rad-Einheit umfaßt einen Stator in Form eines Kreuzes zur Reduzierung des Gewichts der Motor-Rad-Einheit, zum Ermöglichen einer Kühlung der Wicklungen und zur Bildung eines Raumes in den Hohlpartien 11, die Platz zur Montage des Umsetzmittels bieten. Der Stator in Form eines Kreuzes stützt der Wandlereinrichtung ab und wird als Kühlelement verwendet.

Die Motor/Rad-Einheit hat vorzugsweise zweiunddreißig Pole. Die Motor/Rad-Einheit kann auch mit sechzehn Polen arbeiten, zur Reduzierung des Gewichts der Motor/Rad-Einheit ist jedoch eine größere Anzahl von Polen vorzuziehen. Die Leiter 4 sind vorzugsweise aus einem eine optische Faser enthaltenden Koaxialkabel hergestellt. Da Koaxialkabel

15.06.97

verhindert die Emission von Strahlung.

In der folgenden Beschreibung beziehen sich gleiche Bezugsziffern auf sich in den Zeichnungen ähnelnde Elemente.

Gemäß Fig. 1, 2 und 18 umfaßt die Wandlereinrichtung einen Gleichstrom/Wechselstromwandler mit einem Eingang 50 zum Aufnehmen eines Gleichstroms ausgehend von den Eingangsanschlüssen 15 und mit drei Ausgängen 42 zum Erzeugen von dreiphasigen Wechselströmen an den Ausgangsanschlüssen 16. Die Wechselströme sind nicht notwendigerweise dreiphasige Wechselströme, es können auch mehrphasige Wechselströme verwendet werden. Die Wandlereinrichtung umfaßt auch eine Mikroprozessoreinheit 44, die mit den Armen 41a, 41b, 41c des Wandlers zur Steuerung von dessen Betrieb verbunden ist. Die Prozessoreinheit kann sich außerhalb der Motor-Rad-Einheit befinden. Die in Fig. 18 gezeigte Wandlereinrichtung kann verwendet werden, wenn der Rotor nicht mit einem elektrischen Strom versorgt wird. Wie in Fig. 2 zu sehen ist, weist der Stator 6 die Gestalt eines Kreuzes mit vier Armen 13 auf. Der Wandler umfaßt drei Arme 41a, 41b und 41c, die jeweils die dreiphasigen Wechselströme erzeugen, wobei die Arme 41a, 41b und 41c jeweils auf drei der vier Arme 13 des Stators 6 befestigt sind. Die drei Arme 41a, 41b und 41c bilden einen Teil der in Fig. 2 gezeigten Leistungselektronik 14.

Die in Fig. 2 gezeigte Leistungselektronik umfaßt die Arme 41a, 41b, 41c des in Fig. 18 gezeigten Wandlers, sie umfaßt jedoch auch den in Fig. 18 gezeigten Kondensator 43. In dieser Fig. 18 ist zur Vereinfachung nur ein Kondensator 43 gezeigt, in der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform ist der Kondensator 43 jedoch in drei Kondensatoren aufgeteilt, die auf drei der vier in Fig. 2 gezeigten Arme 13 angeordnet sind. Es ist nicht wesentlich, daß sich die Befehlsverstärker 91 im Inneren des Gehäuses befinden. Jeder der Arme 41a, 41b, 41c des Wandlers umfaßt einen Umwandlungsabschnitt und einen Befehlsabschnitt, der durch die Befehlsverstärker 91 gebildet wird. Die Mikroprozessoreinheit 44 ist auf dem vierten der Arme 13 befestigt. Es ist zu erwähnen, daß die Mikroprozessoreinheit 44 auch außerhalb der Motor/Rad-Einheit montiert werden kann, weil sie keinen hohen Strom erzeugt. Die Motor/Rad-Einheit umfaßt ferner zwei mit den Armen 41a, 41b, 41c des Wandlers und mit der

15.08.97

Mikroprozessoreinheit 44 verbundene Verteilungs- und Versorgungskreisbusse 48, so daß mittels der Busse 48 der durch die Leitungen gelieferte Gleichstrom auf die Arme 41a, 41b, 41c des Wandlers und auf die Mikroprozessoreinheit 44 verteilt werden kann. Man beachte, daß der Wandler ein Gleichstrom/Wechselstromwandler sein kann, wo ein elektrischer Gleichstrom hoher Spannung durch die Leiter geliefert wird.

Gemäß Fig. 1, 12, 13, 14 und 15 ist die Welle 2 an ihrem ersten Ende mit einem Verzweigungsmittel versehen, durch das die Motor-Rad-Einheit an ein Abstützglied anschließbar ist. Dieses Abstützglied ist ein angelenktes Pleuel 50. Das Verzweigungsmittel ist aus einem ringförmigen Teil 52 hergestellt, dessen Außenrand regelmäßig abwechselnd mit Aussparungen 54 und mit vorstehenden Partien 56 derart versehen ist, daß das ringförmige Teil 52 mit einem Komplementärabschnitt 53 des entsprechenden Abstützglieds 50 in Eingriff bringbar und verriegelbar ist.

Die vorstehenden Bereiche des Außenrands weisen eine sich in Umfangrichtung verändernde Breite auf. Der Komplementärabschnitt 53 des angelenkten Pleuels 50 weist ebenfalls einen Ringabschnitt 58 mit ausreichendem Durchmesser auf, damit der Ringabschnitt 58 auf dem Außenrand der Welle 2 gleiten kann. Der Ringabschnitt 58 weist Aussparungen 60 und vorstehende Abschnitte 62 von dazu passender Form auf, die dazu ausgebildet sind, um mit den vorstehenden Abschnitten 56 und den entsprechenden Aussparungen 54 des Außenrands zusammenzuwirken. Die vorstehenden Abschnitte 62 des Ringabschnitts 58 weisen eine Breite auf, die sich in Umfangrichtung verändert, damit der Ringabschnitt 58 auf dem Außenrand gleiten und relativ zu dem Außenrand drehen kann, um in einer Zusammenbauposition festklemmbar zu sein. Es ist auch ein Schlüssel 66 mit Zungen 68 vorgesehen, welche in Hohlräume 55 einführbar sind, die entstehen, wenn der Ringabschnitt 58 gegenüber dem Außenrand der Welle 2 zum Verriegeln der Welle 2 gegenüber dem angelenkten Pleuel 50 verdreht wird. Löcher 63 sind zur Befestigung einer Scheibenbremse vorgesehen (gezeigt in Fig. 16 und 17).

Das angelenkte Pleuel 50 ist mit einem inneren langgestreckten Spalt 70, mit einem ersten zu dem Ringabschnitt 58 benachbarten Ende und

15.05.97

einem zweiten von dem Ringabschnitt 58 entfernten Ende versehen, so daß Leiter 4 auf diese Weise zu der Welle 2 entlang des langgestreckten Spalts 70 heranzuführbar sind. Der Schlüssel 66 weist einen langgestreckten Abschnitt 72 mit einem langgestreckten inneren Hohlraum auf, wobei der langgestreckte Abschnitt 72 in der Lage ist, mit dem inneren Spalt 70 des Pleuels 50 entlang eines Teils seiner Erstreckung zum Schutz der Leiter 4 zusammenzuwirken. Der Teil des Spaltes 70, der nicht durch den langgestreckten Abschnitt 72 geschützt wird, ist mit einem Schutzelement (nicht dargestellt) versehen, um die Leiter 4 abzudecken. Es ist anzumerken, daß der untere Rand der Zungen 68 geringfügig schräg ist, so daß auf diese Weise das Eindringen und Verriegeln der Zungen 68 in die Hohlräume 55 erleichtert wird. Die Löcher 65 sind zur Befestigung des Schlüssels 66 auf der Welle 2 vorgesehen. Die Gewindelöcher 67 sind vorgesehen, um die Entnahme des Schlüssels 66 zu erleichtern.

Spezieller hat gemäß Fig. 15 das erste Ende der Welle 2 eine Innenpartie mit einem Hohlraum 74 mit scharfen Rändern von der Form eines viereckigen Keils, so daß der Hohlraum einen Schlüssel zum Drehen der Welle 2 aufnehmen kann (nicht in den Figuren gezeigt).

Spezieller ist gemäß Fig. 1, 18 und 25 ein Meßmittel zum Messen einer Drehzahl und einer Position des Rotors 10 gegenüber dem Stator 6 vorgesehen, wobei das Meßmittel eine optische Faser 80 mit einem mit einer Mikroprozessoreinheit 44 verbundenen Ende und einem, um benachbart zum Rotor 10 zu sein, positionierten zweiten Ende, umfaßt. Das Meßmittel umfaßt weiter einen auf dem Rotor 10 derart montierten runden Lichtreflektor 82, daß bei Drehung des Rotors 10 der Reflektor 82 an dem zweiten Ende der Faser 80 vorbeiläuft, so daß auf diese Weise die Drehzahl und die Position des Rotors 10 relativ zum Stator 6 mittels der Mikroprozessoreinheit 44 berechnet werden können. Es ist anzumerken, daß der runde Reflektor 82 aus einer Anzahl von Reflektoren mit unterschiedlichen Reflektoreigenschaften hergestellt ist, so daß auf diese Weise die Position des Rotors 10 relativ zum Stator 6 während der ganzen Zeit bestimmt werden kann. Die optische Faser 80 besteht aus zumindest einer Faser.

Spezieller bilden gemäß Fig. 18 die optische Faser 80 und der

15.06.97

Reflektor 82 einen Kodierer, der an einen Dekodierer 83 der Position der Mikroprozessoreinheit 44 angeschlossen ist. Der Dekodierer 83 der Position umfaßt einen optischen Koppler, eine Lichtquelle, einen Fotodetektor und andere elektronische Komponenten. Die Mikroprozessoreinheit 44 umfaßt weiter eine Steuerung 85 mit einem Eingang 87 zum Nachweis der Ströme in den Wicklungen 8 des Stators und einen Ausgang 89 zum Auslösen der Arme 41a, 41b, 41c des Wandlers mittels der Befehlsverstärker 91. Die Mikroprozessoreinheit 44 ist weiter zur Verbindung mit einer anderen intelligenten Einheit mit einer Kommunikationsschnittstelle 93 versehen. Es ist nicht notwendig, daß die Befehlsverstärker 91 sich im Inneren des Gehäuses befinden.

Gemäß Fig. 1, 16 und 17 weist die Innenwand 18 des Gehäuses eine konkav gestaltete äußere Oberfläche auf, um bei Drehung des Rotors 10 eine Luftzirkulation in Richtung auf die Peripherie der Innenwand 18 zu erzeugen. Die äußere Oberfläche ist mit einer Reihe von parallelen und langgestreckten Lamellen versehen, die sich in Richtung der Welle 2 verlängern. Die Lamellen begrenzen mit ihren freien Enden einen Raum 92, in welchem ein Teil eines Bremsmittels 94 montierbar ist, so daß auf diese Weise ein effizienter Wärmeaustausch durch die Innenwand 18 hindurch erzielbar ist und das Bremsmittel 94 durch die längs der Innenwand 18 erzeugte Luftzirkulation gekühlt werden kann.

Spezieller ist gemäß Fig. 16 und 17 das Bremsmittel 94 eine Scheibenbremse mit einer Scheibe 96, die mit der Innenwand 18 verbolzt ist. Wie bekannt ist, umfaßt die Scheibenbremse einen Bügel 98, der mit der Scheibe 96 zusammenarbeiten kann. In einer schematischen Darstellung sind ein Kugelgelenk 100 und ein Lenkungsarm 102 des Lenksystems zu sehen. Jede der Lamellen 90 ist mit Gewindeausnehmungen 104 versehen, die dazu dienen, eine Trommelbremse anstelle der Scheibenbremse 94 zu montieren. Bolzen 95 sind vorgesehen, um die Scheibenbremse an der Innenwand 18 zu befestigen.

Zu erkennen sind Befestigungen 106 zum Befestigen der Scheibenbremse 94 a Pleuel 50. Weiter zu erkennen sind Bolzen 108 zum Abstützen des Bügels und Kolben 110, die zum Zusammenwirken mit Lagerbüchsen geeignet sind. In Fig. 1, 16 und 17 ist zu erkennen, daß das Kugelgelenk

15.08.97

des Lenksystems sich ziemlich nahe an der Welle 2 befindet, so daß auf diese Weise der Winkel α zwischen der Rotationsachse der Motor/Rad-Einheit und der durch das Pleuel 50 und das Kugelgelenk 100 bestimmten Achse günstig ist. Es ist anzumerken, daß die Geometrie der Innenwand 18 diese vorteilhafte Position des Kugelgelenks 100 relativ zur Motor/Rad-Einheit ermöglicht.

Gemäß Fig. 1, 5, 6 und 7 umfaßt die Außenwand des Gehäuses alternierend entlang der Umfangsrichtung der Außenwand angeordnete konvexe und konkave Abschnitte 112 und 114 derart, daß bei Drehung des Rotors von den konvexen Abschnitten 112 eine Luftzirkulation im Inneren des Gehäuses und ferner eine Luftzirkulation entlang der äußeren Bereiche der konkaven Abschnitte 114 hervorgerufen wird, so daß ein effizienter Wärmeaustausch durch die Außenwand erreicht werden kann. Es ist anzumerken, daß Fig. 6 eine Teilseitenansicht im Schnitt von Fig. 5 ist. Öffnungen mit Stöpseln 113 sind vorgesehen, um einen Zugang zum Inneren des Gehäuses zu ermöglichen. Stöpsel 115 sind vorgesehen, um die Felge 28 zu befestigen.

Gemäß Fig. 1, 3 und 4 umfaßt die Motor/Rad-Einheit ferner ein Mittel zum Trockenhalten, umfassend ein Luftrohr 120 mit einem im Inneren des Gehäuses angeordneten Ende, eine am äußeren Ende des Rohres 120 angeordnete Kammer 122 und im Inneren der Kammer angeordnetes Trocknungsmaterial (nicht gezeigt), so daß auf diese Weise bei drehendem Rotor 10 im Inneren des Rohrs 120 und durch die Kammer 122 hindurch eine Luftzirkulation zum Trockenhalten der Luft im Inneren des Gehäuses erzeugt wird. Die Kammer 122 ist ringförmig, langgestreckt und im Inneren der Hohlwelle 2 angeordnet. Die Kammer 122 ist an jedem ihrer Enden offen. Die dem angelenkten Pleuel 150 benachbarte Öffnung der Welle ist luftdicht. In Fig. 1 ist zu sehen, daß ein Ende des Rohrs 120 dem peripheren Abschnitt des Stators 6 benachbart ist, daß das Rohr 120 zwischen der Außenwand 20 und dem Stator 6 montiert ist, bis es die Öffnung der Welle 2 erreicht, so daß es längs der Kammer 122 so angeordnet ist, daß sein anderes Ende 124 sich am einen Ende der Kammer befindet, wie in Fig. 3 und 4 gezeigt. Das Ende 124 des Rohrs 120 ist zwischen dem luftdichten Ende der Hohlwelle und der Kammer 122 derart angeordnet, daß die

15.06.97

durch das Rohr 120 hindurch zirkulierende Luft durch die Kammer strömen muß, wo sie getrocknet wird.

Die Leiter 4 haben in ihrem mittleren Bereich eine optische Faser 126, einen ersten elektrischen Leiter 128 und einen vom ersten Leiter durch ein isolierendes Material 132 getrennten zweiten elektrischen Leiter 130. Die Leiter 4 sind mit einer äußeren Hülle 134 geschützt.

Gemäß Fig. 8, 9, 10 und 11 ist eine Bereifung 32 zu sehen, die beim Zusammenbau der Motor/Rad-Einheit dauerhaft auf der Felge 28 befestigt wird. Die Motor/Rad-Einheit ist mit einer Felge am Boden 28, einem ersten Seitenflansch 142, der mit der Felge 28 verbunden sein kann und einem zweiten Seitenflansch 144, der mittels Bolzen 146 auf der Felge 28 befestigt ist, und einem auf der Felge 28 befestigten L-förmigen Teil 148 versehen. Die Beziehung zwischen Felge 28, einem der Bolzen 146 und dem L-förmigen Teil 148 ist leichter in Fig. 10 zu erkennen. Die Bereifung 32 kann mittels eines Ventils 150 aufgepumpt werden, welches einen Zugang zum Inneren der Bereifung 32 ermöglicht. Dieses Ventil 150 ist detaillierter in Fig. 11 gezeigt.

Da sich die Felge auf dem Boden befindet, kann die Bereifung 32 nicht von der Felge 28 abgenommen werden. Mit einer solchen Motor/Rad-Einheit müssen, wenn die Bereifung abgenutzt ist, die Felge 28 und die Bereifung ersetzt werden.

Gemäß Fig. 19 ist eine Motor/Rad-Einheit ähnlich der in Fig. 1 gezeigten zu sehen, in der das Trocknungsmittel unterschiedlich ist. Dieses Trocknungsmittel umfaßt ein Luftrohr 120 mit einem im Inneren des Gehäuses angeordneten Ende, und einer mit einem aufblasbaren Ballon 123 in einem Gehäuse 127 versehenen Kammer 121, die sich am anderen Ende 125 des Rohrs 120 befindet. Ein Trockenmaterial ist im Inneren der Kammer 121 angeordnet, so daß, sobald sich Temperatur oder Atmosphärendruck ändern, eine Luftzirkulation im Inneren des Rohrs 120 und durch die Kammer 121 hindurch erzeugt wird, um das Innere des Gehäuses zu trocknen. Wie zu sehen ist, befindet sich die Kammer 121 außerhalb der Motor/Rad-Einheit. Die dem gelenkten Pleuel 50 benachbarte Öffnung der Welle 2 ist luftdicht. Das Rohr 120 wird wie ein Ausgang und wie ein Einlaß der Kam-

15.05.97

mer 121 verwendet.

Gemäß Fig. 20 ist eine Elektromotor/Rad-Einheit zu sehen, in der der Rotor ein magnetisches Mittel mit einem aus Metallamellen gefertigten Polstück umfaßt, auf welchem eine Wicklung 9 aufgewickelt ist, und der Stator mit an einen Ausgang der Wandlereinrichtung 12 verbundenen Bürsten 111 versehen ist. Der Rotor ist mit zum Zusammenwirken mit den Bürsten 111 angeordneten, leitenden Kontaktflächen versehen. Die Kontaktflächen sind mit der Wicklung 9 des Rotors 10 verbunden.

Spezieller umfaßt gemäß Fig. 20 und 21 das Umsetzmittel 12 einen Gleichstrom/Wechselstrom-Wandler mit vier Armen, 41a, 41b, 41c und 41d, einen Eingang zum Aufnehmen eines Gleichstroms von den Anschlüssen des Eingangs 40 und vier Ausgänge 45 und 43 zum Erzeugen von Gleichstrom für die Wicklung 9 des Rotors 10 und von dreiphasigen Wechselströmen für die Wicklungen 8 des Stators 6. Das Umsetzmittel umfaßt ferner eine mit den Armen 41a, 41b, 41c und 41d verbundene Mikroprozessoreinheit, um dessen Betrieb zu steuern. Die Wicklung 9 und die Lamellen des Rotors 10, auf denen die Wicklung 9 aufgewickelt ist, können durch einen ringförmigen Leiter ersetzt werden. Gemäß Fig. 22 und 23 ist eine Motor/Rad-Einheit mit einem Rotor zur Induktion zu sehen. Der Rotor umfaßt ein magnetisches Mittel mit einem aus Metallamellen gefertigten Polstück, auf dem die Wicklung 9 aufgewickelt ist, so daß auf diese Weise ein elektrischer Strom in der Wicklung 9 des Rotors mittels eines von den Wicklungen 8 des Stators 6 erzeugten elektromagnetischen Feldes induzierbar ist.

Die Bezugsziffer 8 in Fig. 23 steht für alle rings um den Stator angeordneten Wicklungen, auch wenn nur ein Teil der Wicklungen gezeichnet ist. Ebenso steht die Bezugsziffer 9 in Fig. 23 für die Wicklung, die um den gesamten Rotor angeordnet ist. Das Umsetzmittel 12 umfaßt einen Gleichstrom/Wechselstrom-Wandler mit drei Armen 41a, 41b, 41c, einem Eingang zum Aufnehmen eines Gleichstroms, ausgehend von den Eingangsanschlüssen 15, die mit dem Bus 48 verbunden sind, und drei Ausgängen, die dreiphasige Wechselströme an den Ausgangsanschlüssen 16 erzeugen. Außerdem umfaßt das Umsetzmittel 12 eine Mikroprozessoreinheit 44, die mit dem Wandler zur Kontrolle von dessen Betrieb verbunden ist.

15.05.97

Wie in Fig. 23 zu sehen ist, weist der Stator die Gestalt eines Kreuzes mit vier Armen 13 auf. Der Wandler umfaßt eine Leistungselektronik, welche teilweise aus drei Armen des Wandlers gebildet wird, die jeweils die dreiphasigen Wechselströme erzeugen. Die Arme des Wandlers sind jeweils auf drei der vier Arme 13 befestigt. Die Motor/Rad-Einheit umfaßt weiter zwei Verteilungs- und Versorgungskreisbusse, die mit der Leistungselektronik 15 und der Mikroprozessoreinheit 44 verbunden sind.

Der Luftspalt ist in einem vorbestimmten Abstand R_1 von der Hauptachse 3 der Welle 2 positioniert. Die Felge 28 weist eine Oberfläche zur Aufnahme der Bereifung 32 auf, die in einem vorbestimmten Abstand R_2 von der Hauptachse 3 der Welle 2 positioniert ist. Das Verhältnis R_1/R_2 liegt in der Größenordnung 0,65 bis 0,80 in dem Fall, in dem der Rotor mit einer Wicklung versehen ist. Je höher dieses Verhältnis ist, desto besser ist die Effizienz der Motor/Rad-Einheit. In dem in Fig. 22 und 23 gezeigten Fall ist das Verhältnis von der Größenordnung 0,80.

Wie in Fig. 24 zu sehen ist, ist der Stator 6 zylindrisch und mit langgestreckten und parallelen Schlitzen 200 zum Aufnehmen der Wicklungen 8 des Stators 6 versehen. Um die Fig. 24 nicht zu überladen, sind nur einige Schlitze mit der Nummer 200 bezeichnet. Die Schlitze 200 sind gegenüber einer Längsachse 3 der Welle 2 derart gekrümmt, daß jeder der Schlitze 200 ein unteres Ende hat, das mit einem oberen Ende des benachbarten Schlitzes ausgerichtet ist, um ein regelmäßiges Drehmoment abzugeben, wenn die Motor/Rad-Einheit in Betrieb ist.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Elektromotor /Rad-Einheit, umfassend eine Hohlwelle (2) mit einem mit einer ersten Öffnung versehenem Ende und einem zweiten mit einer zweiten Öffnung versehenem Ende, wobei die erste Öffnung Versorgungsleiter (4) von außerhalb der Motor/Rad-Einheit aufnehmen kann; einen mit der Welle (2) koaxialen und an der Welle (2) befestigten Stator (6), wobei der Stator (6) eine Hohlpartie (11) und Wicklungen (8) aufweist; einen mit dem Stator (6) koaxialen und drehbar um den Stator (6) montierten Rotor (10); und ein Umsetzmittel (12) zum Umsetzen einer elektrischen Eingangsspannung und eines elektrischen Eingangsstroms in eine elektrische Ausgangsspannung und einen elektrischen Ausgangsstrom, wobei der Ausgangsstrom ein variabler Wechselstrom ist, wobei das Umsetzmittel (12) eine Leistungselektronik (14) umfaßt mit Eingangsanschlüssen (15) zum Aufnehmen des elektrischen Eingangsstroms und mit Ausgangsanschlüssen (16) zur Erzeugung des variablen elektrischen Wechselstroms, wodurch im Betrieb der variable Wechselstrom die Wicklungen (8) des Stators (6) speist, wobei die Motor/Rad-Einheit dadurch gekennzeichnet ist, daß:

die Leistungselektronik (14) in der Hohlpartie (11) montiert ist; und

die Versorgungsleiter (4) direkt mit den Eingangsanschlüssen der in der Hohlpartie (11) angeordneten Leistungselektronik (14) derart verbunden sind, daß die in der ersten Öffnung der Hohlwelle aufgenommenen Leiter (4) von relativ geringem Durchmesser sein können, selbst in dem Fall, in dem der Motor ein relativ großes Drehmoment erzeugen soll.

2. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 1, bei der der Stator (6) eine an der Welle (2) befestigte Zentralpartie, eine sich radial von der Zentralpartie erstreckende Abstützung (13), und ein peripheres, kreisförmiges und aus Metallamellen (27) gefertigtes Polstück, auf dem die Wicklungen (8) aufgewickelt sind, umfaßt, wobei das Polstück an peripheren Enden der Abstützung (13) befestigt ist, wobei die Abstützung (13) mit Durchbrechungen zur Reduzierung ihres Gewichts versehen ist.

Wickl
/er Ständer

15.08.97

3. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 1, bei der der Rotor (10) ein Gehäuse mit einer zylindrischen Wand (17) mit einer mit einem magnetischen Mittel ausgerüsteten, den Stator (6) umgebenden und vom Stator (6) durch einen Luftspalt getrennte Innenfläche umfaßt.
4. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 3, bei der das Gehäuse eine auf einer Seite der zylindrischen Wand (17) angeordnete Innenwand (18) und eine auf der anderen Seite der zylindrischen Wand (17) angeordnete Außenwand (20) umfaßt, wobei die Welle (2) sich durch eine Zentralpartie der Innenwand (18) hindurch verlängert.
5. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 4, bei der das Gehäuse die Welle (2), den Stator (6) und das Umsetzungsmittel (12) dicht einschließt.
6. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 4, umfassend ein mit der Innenwand (18) verbundenes erstes Kugellager (22) und ein mit der Außenwand (20) verbundenes zweites Kugellager (24), wobei die Kugellager (22, 24) jeweils beiderseits der Welle (2) derart befestigt sind, daß der Rotor (10) relativ zum Stator (6) mittels der Kugellager (22, 24) drehbar ist.
7. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 2, bei der die Abstützung (13) wenigstens zwei Arme (13) zwischen den Durchbrechungen umfaßt.
8. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 7, bei der die Abstützung (13) wenigstens drei Arme (13) in gleichem Abstand zueinander umfaßt, die sich radial bis zu den peripheren Enden der Abstützung (13) erstrecken.
9. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 8, bei der die Arme (13) im gleichem Abstand zueinander vier Arme (13) im gleichen Abstand zueinander umfassen.
10. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 1, bei der der Rotor (10) mit einer Anzahl von Permanentmagneten (26) versehene magnetische Mittel umfaßt.
11. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 1, bei der der Rotor (10) ein magnetisches Mittel mit einem aus Metallamellen gefertigten Polstück umfaßt, auf welchem Polstück eine Wicklung (9) aufgewickelt ist, der Stator (6) mit an einen Ausgang des Umsetzungsmittel (12) verbundenen Bür-

15.05.97

sten (111) versehen ist, und der Rotor (10) mit zum Zusammenwirken mit den Bürsten (111) angeordneten leitenden Kontaktflächen versehen ist, wobei die Kontaktflächen mit der Wicklung (9) des Rotors (10) verbunden sind.

12. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 1, bei der der Rotor (10) ein magnetisches Mittel mit einem aus Metallamellen gefertigten Polstück, auf dem eine Wicklung (9) aufgewickelt ist, umfaßt, so daß auf diese Weise ein elektrischer Strom in der Wicklung (9) des Rotors (10) mittels eines von den Wicklungen (8) des Stators (6) erzeugten elektromagnetischen Feldes induzierbar ist.

13. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 1, bei der der Stator (6) einen leichten, wärmeleitenden Werkstoff umfaßt.

14. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 13, bei der der Werkstoff eine Aluminiumlegierung ist.

15. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 3, ferner umfassend eine um eine Außenfläche des Gehäuses befestigte Felge (28) und einen Elastomerstreifen (30), wobei der Streifen (30) zwischen der Felge (28) und dem Gehäuse montiert ist, wobei die Felge (28) zur Aufnahme einer Bereifung (32) ausgebildet ist.

16. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 15, bei der die Felge (28) flach ist.

17. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 10, bei der das Umsetzungsmittel (12) umfaßt:

- einen Gleichstrom/Wechselstrom-Wandler (41a, 41b, 41c) mit einem Eingang (40) zum Aufnehmen eines Gleichstroms von den Eingangsanschlüssen (15) und mit drei Ausgängen (42) zum Erzeugen von dreiphasigen Wechselströmen an den Ausgangsanschlüssen (16); und

- eine mit dem Wandler (41a, 41b, 41c) zur Steuerung von dessen Betrieb verbundene Mikroprozessoreinheit (44).

18. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 12, bei der das Umsetzungsmittel (12) umfaßt:

- einen Gleichstrom/Wechselstrom-Wandler (41a, 41b, 41c) mit einem Eingang (40) zum Aufnehmen eines Gleichstroms ausgehend von den Eingangsanschlüssen (15) und mit drei Ausgängen (42) zum Erzeugen von

15.05.97

dreiphasigen Wechselströmen an den Ausgangsanschlüssen (16); und
- eine mit dem Wandler (41a, 41b, 41c) zur Steuerung von dessen Betrieb verbundene Mikroprozessoreinheit (44).

19. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 17, bei der:

- der Stator (6) die Gestalt eines Kreuzes mit vier Armen (13) aufweist;

- der Wandler (41a, 41b, 41c) aus drei Wandlereinheiten (41a, 41b, 41c) besteht, die jeweils die dreiphasige Wechselströme erzeugen, wobei die Einheiten (41a, 41b, 41c) jeweils auf drei der vier Arme (13) befestigt sind; und

- die Mikroprozessoreinheit (44) auf dem vierten der Arme (13) befestigt ist;

wobei die Motor/Rad-Einheit ferner zwei mit den Wandlereinheiten (41a, 41b, 41c) und dem Mikroprozessor (44) verbundene Verteilungs- und Versorgungskreisbusse (48) umfaßt, so daß auf diese Weise im Betrieb der Gleichstrom mittels dieser Busse (48) an die Wandlereinheiten (41a, 41b, 41c) und an den Mikroprozessor (44) verteilt wird.

20. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 18, bei der:

- der Stator (6) die Gestalt eines Kreuzes mit vier Armen (13) aufweist;

- der Wandler (41a, 41b, 41c) aus drei Wandlereinheiten (41a, 41b, 41c) besteht, die jeweils die dreiphasigen Wechselströme erzeugen, wobei die Einheiten (41a, 41b, 41c) jeweils auf drei der vier Arme (13) befestigt sind; und

- die Mikroprozessoreinheit (44) auf dem vierten der Arme (13) befestigt ist;

wobei die Motor/Rad-Einheit ferner zwei mit den Wandlereinheiten (41a, 41b, 41c) und dem Mikroprozessor (44) verbundene Verteilungs- und Versorgungskreisbusse (48) umfaßt, so daß auf diese Weise im Betrieb der Gleichstrom mittels dieser Busse (48) an die Wandlereinheiten (41a, 41b, 41c) und an den Mikroprozessor (44) verteilt wird.

21. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 11, bei der das Umsetzmittel (12) umfaßt:

- einen Gleichstrom/Wechselstrom-Wandler (41a, 41b, 41c, 41d)

15.08.97

mit einem Eingang (40) zum Aufnehmen eines Gleichstroms von den Eingangsanschlüssen (15) und mit vier Ausgängen (43, 45) zum Erzeugen von jeweils einem der Wicklung (9) des Rotor (10) bestimmten Gleichstrom und von den Wicklungen (8) des Stators (6) bestimmten dreiphasigen Wechselströmen; und

- eine mit dem Wandler (41a, 41b, 41c, 41d) zur Steuerung von dessen Betrieb verbundene Mikroprozessoreinheit (44).

22. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 21, bei der der Wandler (41a, 41b, 41c, 41d) eine erste Wandlereinheit (41d), die die Gleichspannung erzeugt, die zum Speisen der Wicklung (9) des Rotors (10) dient, und drei Wandlereinheiten (41a, 41b, 41c), die jeweils die dreiphasigen Wechselströme erzeugen, umfaßt.

23. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 4, bei der die Außenwand (20) des Gehäuses alternierend entlang einer Umfangsrichtung der Außenwand (20) angeordnete konvexe und konkave Abschnitte (112, 114) derart umfaßt, daß bei Drehung des Rotors (10) von den konvexen Abschnitten (112) eine Luftzirkulation im Inneren des Gehäuses hervorgerufen wird und eine Luftzirkulation entlang der äußeren Partien der konkaven Abschnitte (114) hervorgerufen wird, derart, daß ein effizienter Wärmetausch durch die Außenwand (20) hindurch ermöglicht wird.

24. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 2, bei der die peripheren Enden der Abstützung (13) auf dem Polstück des Stators (6) mittels eines runden Glieds (34), das mit den peripheren Enden verbunden ist, befestigt sind, das runde Glied (34) eine mit Einsenkungen (36) versehene äußere Oberfläche aufweist, das Polstück des Stators (6) eine mit vorstehenden Zungen (37) versehene innere Oberfläche zum Zusammenwirken mit den Einsenkungen (36) zum Fixieren des Polstücks des Stators (6) auf dem runden Glied (34) aufweist, wobei das runde Glied (34) eine innere Oberfläche mit vorstehenden Partien (38) aufweist, so daß auf diese Weise ein effizienter Wärmetausch mittels der vorstehenden Partien (38) erzielt werden kann, wenn eine Luftzirkulation im Inneren des Gehäuses erzeugt wird.

15.06.97

25. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 1, ferner umfassend ein Meßmittel zum Messen einer Drehzahl und einer Position des Rotors (10) gegenüber dem Stator (6), wobei das Meßmittel umfaßt:

- eine optische Faser (80) mit einem mit einer Mikroprozessoreinheit (44) verbundenen Ende und einem, um benachbart zum Rotor (10) zu sein, positionierten zweiten Ende; und

- einen auf dem Rotor (10) derart montierten runden Lichtreflektor (82), daß bei Drehung des Rotors (10) der Reflektor (82) an dem zweiten Ende der Faser (80) vorbeiläuft, so daß auf diese Weise die Drehzahl und die Position des Rotors (10) im Verhältnis zum Stator (6) mittels der Mikroprozessoreinheit (44) berechnet werden können.

26. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 4, bei der die Innenwand (18) des Gehäuses eine konkav gestaltete äußere Oberfläche aufweist, um bei Drehung des Rotors (10) eine Luftzirkulation in Richtung auf die Peripherie der Innenwand (18) zu erzeugen, wobei die äußere Oberfläche mit einer Reihe von parallelen und langgestreckten Lamellen (90) versehen ist, die sich in Richtung der Welle (2) verlängern, wobei die parallelen und langgestreckten Lamellen (90) mit ihrer freien Oberfläche einen Raum (92) begrenzen, in welchem ein Teil eines Bremsmittels (94) montierbar ist, so daß auf diese Weise ein effizienter Wärmetausch durch die Innenwand (18) hindurch erzielbar ist und das Bremsmittel (94) durch die längs der Innenwand (18) erzeugte Luftzirkulation gekühlt werden kann.

27. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 23, ferner umfassend ein Mittel zum Trockenhalten, umfassend ein Luftrohr (120) mit einem im Inneren des Gehäuses angeordneten Ende, eine am anderen Ende des Rohres (120) angeordnete Kammer (121 oder 122), und ein im Inneren der Kammer (121 oder 122) angeordnetes Trocknungsmaterial, so daß auf diese Weise bei drehendem Rotor (10) im Inneren des Rohrs (120) und durch die Kammer (121 oder 122) hindurch eine Luftzirkulation erzeugt wird zum Trockenhalten des Inneren des Gehäuses.

28. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 27, bei der:

- die Kammer (122) eine im Inneren der Hohlwelle (2) angeordnete langgestreckte Ringkammer (122) ist, wobei die Kammer (122) an

ihren beiden Enden offen ist;

- die erste Öffnung der Welle (2) dicht ist; und
- das andere Ende des Rohrs (120) zwischen der ersten dichten Öffnung und der Kammer (122) derart angeordnet ist, daß die aus dem anderen Ende des Rohrs (120) austretende Luft in der Kammer (122) zirkuliert.

29. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 27, bei der:

- die Kammer (121) außerhalb der Motor/Rad-Einheit angeordnet ist;

- die erste Öffnung der Welle (2) dicht ist;

so daß auf diese Weise das Rohr (120) wie ein Auslaß und wie ein Einlaß der Kammer (121) verwendet wird.

30. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 1, bei der die Welle (2) an ihrem ersten Ende mit einem Anschlußmittel versehen ist, durch das die Motor/Rad-Einheit an ein Abstützglied (50) anschließbar ist.

31. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 30, bei der das Anschlußmittel aus einem ringförmigen Teil (52) hergestellt ist, dessen Außenrand regelmäßig abwechselnd mit Aussparungen (54) und mit vorstehenden Partien (56) derart versehen ist, daß das ringförmige Teil (52) mit einer Komplementärpartie (53) des entsprechenden Abstützglieds (50) in Eingriff bringbar und verriegelbar ist.

32. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 31, in Kombination mit dem Abstützglied (50), welches ein angelenktes Pleuel (50) ist, bei der:

- die vorstehenden Partien (56) des Außenrands eine sich in Umfangsrichtung verändernde Breite aufweisen;

- die Komplementärpartie (53) des angelenkten Pleuels (50) einen Ringabschnitt (58) mit ausreichendem Durchmesser aufweist, damit der Ringabschnitt (58) auf dem Außenrand gleiten kann;

- der Ringabschnitt (58) Aussparungen (60) und vorstehende Partien (62) aufweist, die dazu ausgebildet sind, um mit den vorstehenden Partien (56) und den entsprechenden Aussparungen (54) des Außenrands zusammenzuwirken, wobei die vorstehenden Partien (62) des Ringabschnitts (58) eine Breite aufweisen, die sich in Umfangsrichtung verändert, damit der Ringabschnitt (58) auf dem Außenrand gleiten und relativ zu dem

15.05.97

Außenrand drehen kann, um in einer Zusammenbauposition festklemmbar zu sein;

wobei die Motor/Rad-Einheit in Kombination mit dem Abstützglied (50) ferner einen Schlüssel (66) mit Zungen (68), die in Hohlräume (55) einführbar sind, welche Hohlräume entstehen, wenn der Ringabschnitt (58) gegenüber dem Außenrand zum Verriegeln des Außenrands gegenüber dem Ringabschnitt (58) verdreht wird, umfaßt.

33. Motor/Rad-Einheit, kombiniert mit dem Abstützglied (50), nach Anspruch 32, wo das angelenkte Pleuel (50) mit einem inneren langgestreckten Spalt (70) versehen ist, mit einem ersten zu dem Ringabschnitt (58) benachbarten Ende, und einem zweiten von dem Ringabschnitt (58) entfernten Ende, so daß Leiter (4) auf diese Weise zu der Welle (2) entlang des langgestreckten Spaltes (70) heranzuführbar sind; und bei der ein Schlüssel (66) einen langgestreckten Abschnitt (72) mit einem langgestreckten inneren Hohlraum aufweist, wobei der langgestreckte Abschnitt (72) in der Lage ist, mit dem inneren Schlitz (70) des Pleuels (50) entlang eines Teils seiner Erstreckung zum Schutz der Leiter (4) zusammenzuwirken.

34. Motor/Rad-Einheit mit einem Abstützglied (50) nach Anspruch 33, bei der das erste Ende der Welle (2) eine Innenpartie mit einem Hohlraum (74) mit derart winkligen Rändern (76) aufweist, daß der Hohlraum (74) einen Schlüssel zum Drehen der Welle (2) aufnehmen kann.

35. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 15, bei der der Luftspalt in einem vorbestimmten Abstand R_1 von der Hauptachse (3) der Welle (2) positioniert ist, die Felge (28) eine Oberfläche (29) zur Aufnahme einer Bereifung (32) aufweist, die in einem vorbestimmten Abstand R_2 von der Hauptachse (3) der Welle (2) positioniert ist, und R_1/R_2 im wesentlichen in der Größenordnung 0.65 bis 0.91 liegt.

36. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 35, bei der der Rotor (10) mit einer Wicklung (9) versehen ist, und R_1/R_2 im wesentlichen in der Größenordnung 0.65 bis 0.80 liegt.

37. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35 oder 36, bei der der Stator (6) eine an der Welle (2)

befestigte Zentralpartie, eine sich radial von der Zentralpartie erstreckende Abstützung (13), und ein peripheres, kreisförmiges und aus Metallamellen (27) gefertigtes Polstück, auf dem die Wicklungen (8) aufgewickelt sind, umfaßt, wobei das Polstück an peripheren Enden der Abstützung (13) befestigt ist, wobei die Abstützung (13) mit Durchbrechungen zur Reduzierung ihres Gewichts versehen ist.

38. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35 oder 36, bei der der Rotor (10) ein Gehäuse mit einer zylindrischen Wand (17) mit einer mit einem magnetischen Mittel ausgerüsteten, den Stator (6) umgebenden und vom Stator (6) durch einen Luftspalt getrennte Innenfläche umfaßt.

39. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 24, bei der die Abstützung (13) wenigstens zwei Arme (13) zwischen den Durchbrechungen umfaßt.

40. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 13, 14, 15, 16, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34 oder 35, bei der der Rotor (10) mit einer Anzahl von Permanentmagneten (26) versehene magnetische Mittel umfaßt.

41. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 13, 14, 15, 16, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34 oder 36, bei der der Rotor (10) ein magnetisches Mittel mit einem aus Metallamellen gefertigten Polstück umfaßt, auf welchem Polstück eine Wicklung (9) aufgewickelt ist, der Stator (6) mit an einen Ausgang des Umsetzmittels (12) verbundenen Bürsten (111) versehen ist, und der Rotor (10) mit zum Zusammenwirken mit den Bürsten (111) angeordneten leitenden Kontaktflächen versehen ist, wobei die Kontaktflächen mit der Wicklung (9) des Rotors (10) verbunden sind.

42. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 13, 14, 15, 16, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34 oder 36, bei der der Rotor (10) ein magnetisches Mittel mit einem aus Metallamellen gefertigten Polstück, auf dem eine Wicklung (9) aufgewickelt ist, umfaßt, so daß auf diese Weise ein elektrischer Strom in der Wicklung (9) des Rotors (10) mittels eines von den Wicklungen (8) des Stators (6) erzeugten elektromagnetischen Feldes induzierbar ist.

15.06.97

43. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35 oder 36, bei der der Stator (6) einen leichten, wärmeleitenden Werkstoff umfaßt.

44. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 26, bei der die Außenwand (20) des Gehäuses alternierend entlang einer Umfangsrichtung der Außenwand (20) angeordnete konvexe und konkave Abschnitte (112, 114) derart umfaßt, daß bei Drehung des Rotors (10) von den konvexen Abschnitten (112) eine Luftzirkulation im Inneren des Gehäuses hervorgerufen wird und eine Luftzirkulation entlang der äußeren Partien der konkaven Abschnitte (114) hervorgerufen wird, derart, daß ein effizienter Wärmetausch durch die Außenwand (20) hindurch ermöglicht wird.

45. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35 oder 36, ferner umfassend ein Meßmittel zum Messen einer Drehzahl und einer Position des Rotors (10) gegenüber dem Stator (6), wobei das Meßmittel umfaßt:

- eine optische Faser (80) mit einem mit einer Mikroprozessoreinheit (44) verbundenen Ende und einem, um benachbart zum Rotor (10) zu sein, positionierten zweiten Ende; und

- einen auf dem Rotor (10) derart montierten runden Lichtreflektor (82), daß bei Drehung des Rotors (10) der Reflektor (82) an dem zweiten Ende der Faser (80) vorbeiläuft, so daß auf diese Weise die Drehzahl und die Position des Rotors (10) im Verhältnis zum Stator (6) mittels der Mikroprozessoreinheit (44) berechnet werden können.

46. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 6, 23, 26, 27, 28 oder 29, bei der das Gehäuse die Welle (2), den Stator (6) und das Umsetzungsmittel (12) dicht einschließt.

47. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 23, 26, 27, 28 oder 29, umfassend ein mit der Innenwand (18) verbundenes erstes Kugellager (22) und ein mit der Außenwand (20) verbundenes zweites Kugellager (24), wobei die Kugellager (22, 24) jeweils beiderseits der Welle (2) derart befestigt sind, daß der Rotor (10) relativ zum Stator (6) mittels der Kugellager (22, 24) drehbar ist.

15.06.97

- 31 -

48. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 23, 26, 27, 28 oder 29, ferner umfassend eine um eine Außenfläche des Gehäuses befestigte Felge (28) und einen Elastomerstreifen (30), wobei der Streifen (30) zwischen der Felge (28) und dem Gehäuse montiert ist, wobei die Felge (28) zur Aufnahme einer Bereifung (32) ausgebildet ist.

49. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35 oder 36, bei der der Stator (6) zylindrisch ist und mit langgestreckten und parallelen Schlitzen (200) versehen ist, die dazu dienen, die Wicklungen (8) des Stators (6) aufzunehmen, wobei die Schlitze (200) gegenüber einer Längsachse (3) der Welle (2) derart gekrümmt sind, daß jeder der Schlitze (200) ein unteres Ende hat, das annähernd mit einem oberen Ende des benachbarten Schlitzes ausgerichtet ist, um ein regelmäßiges Drehmoment abzugeben, wenn die Motor/Rad-Einheit in Betrieb ist.

50. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35 oder 36, bei der dasjenige Ende der Hohlwelle (2), das mit der ersten Öffnung versehen ist, ein Anschlußmittel zum Verbinden der Welle (2) mit dem Ende eines anzulenkenden Pleuels (50) umfaßt, wobei das Ende des angelenkten Pleuels (50) mit einem Kugelgelenk (100) versehen ist; und bei der die Innenwand (18) des Gehäuses eine einwärts gerichtete ringförmige Ausbauchung aufweist und die Hohlwelle (2) eine geringere Länge als die Breite der zylindrischen Wandung (17) des Gehäuses aufweist, damit das Kugelgelenk (100) wenigstens teilweise in diesem konzentrischen Ringraum (92) positionierbar ist.

51. Motor/Rad-Einheit nach Anspruch 43, bei der der Werkstoff eine Aluminiumlegierung ist.

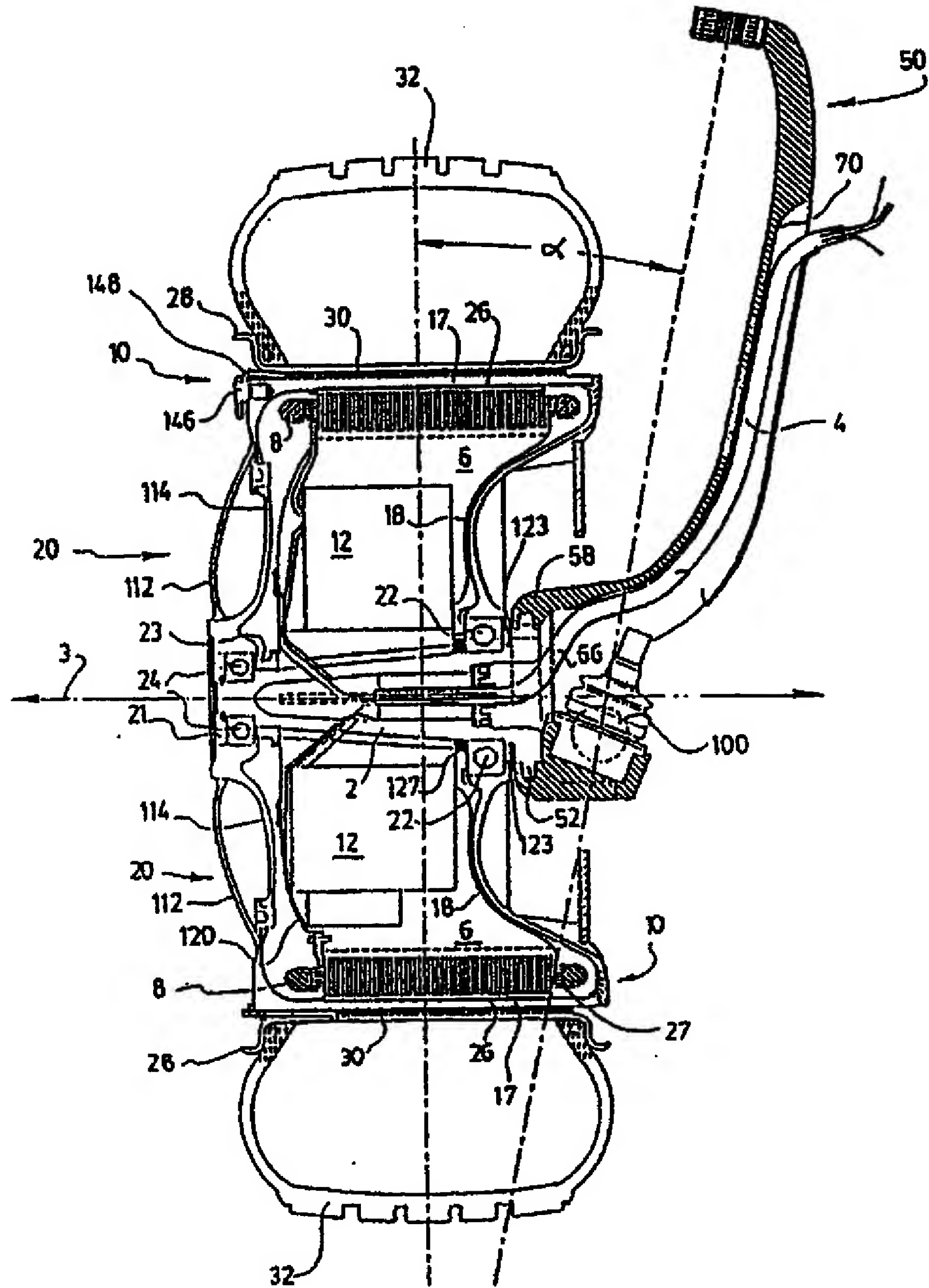


FIG. 1

liegt in Hohlkammer 2

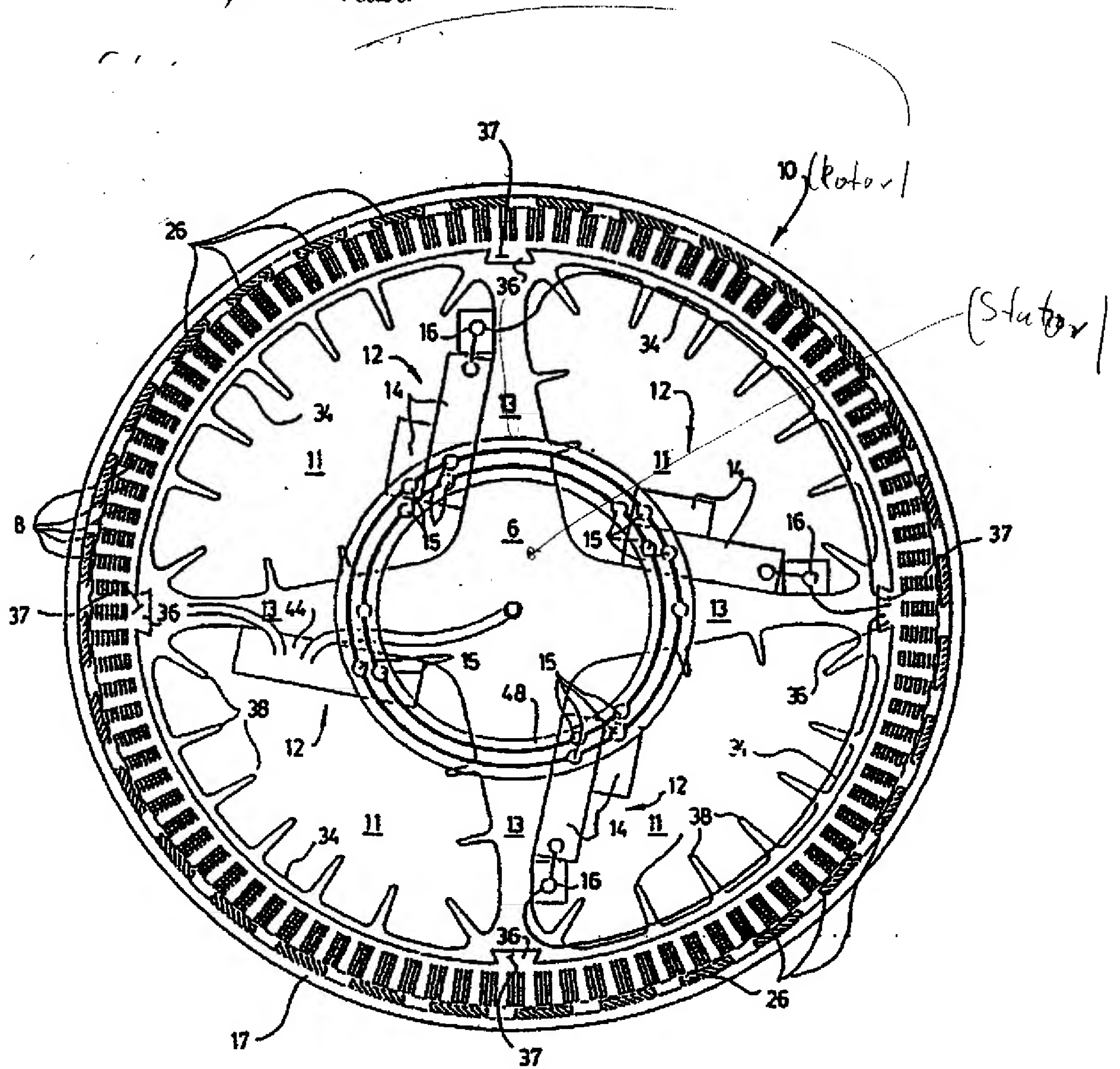


FIG. 2

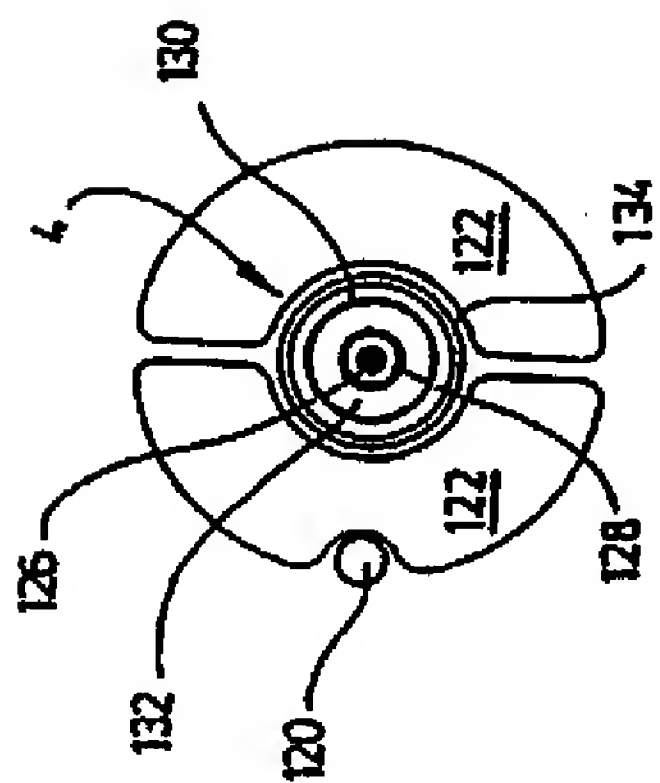


FIG. 4

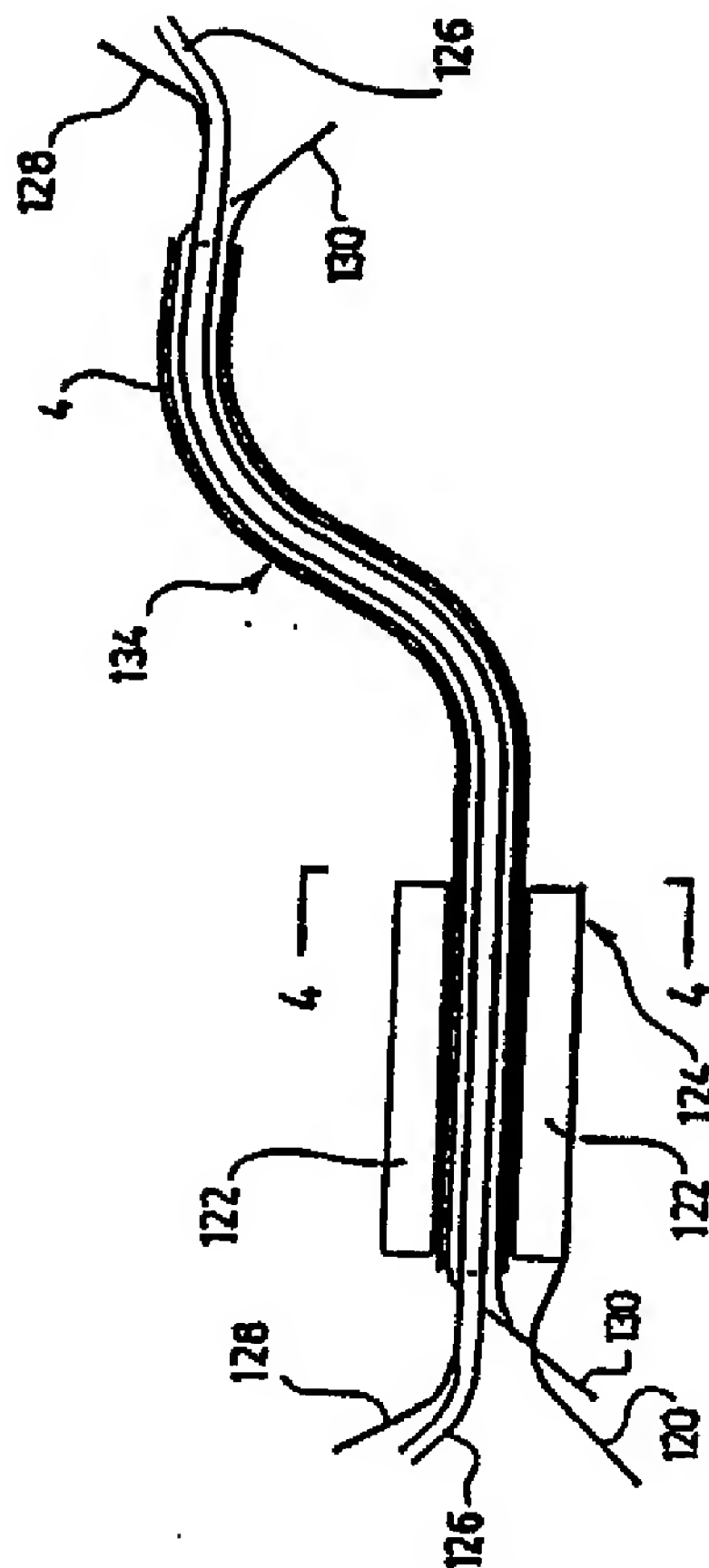


FIG. 3

15.08.97

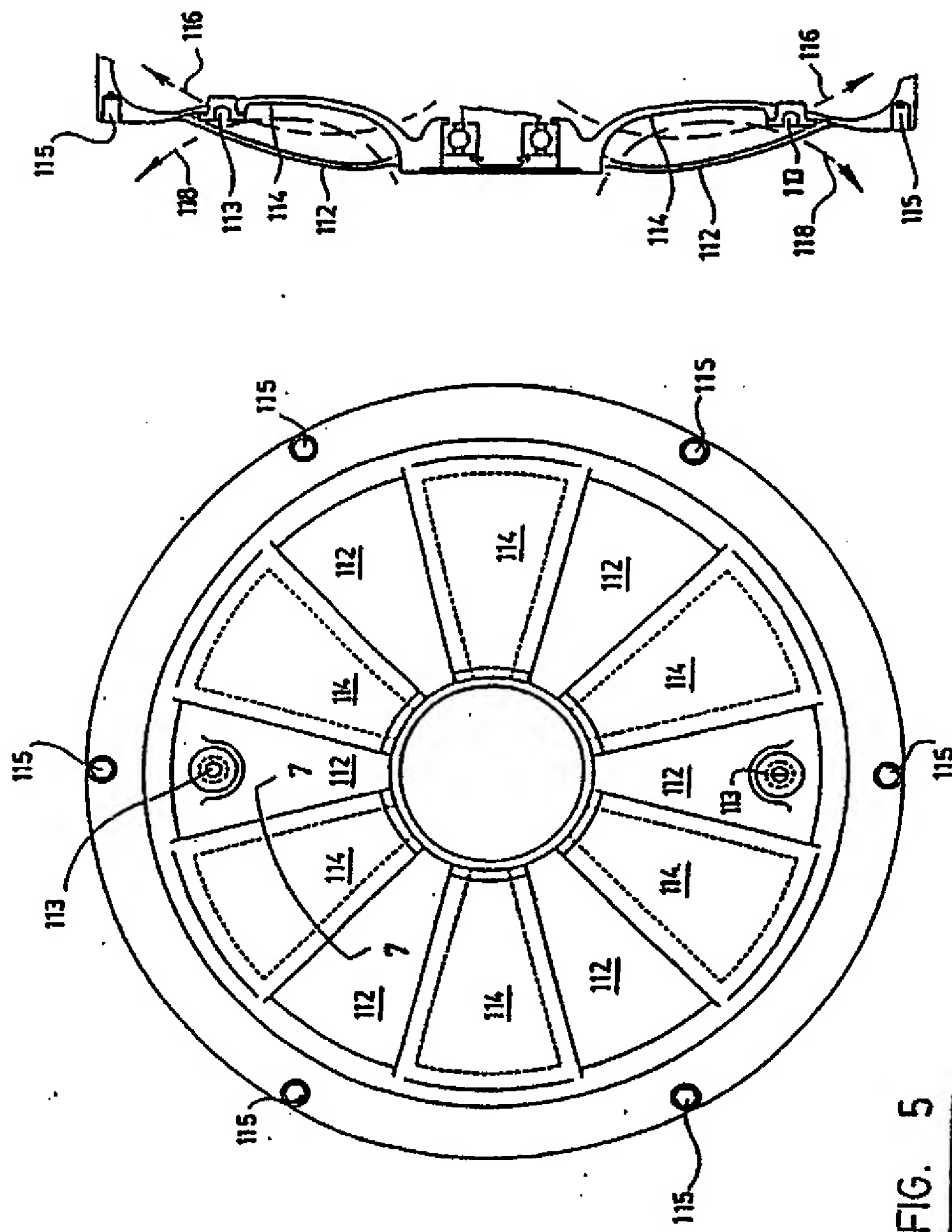


FIG. 6

FIG. 5

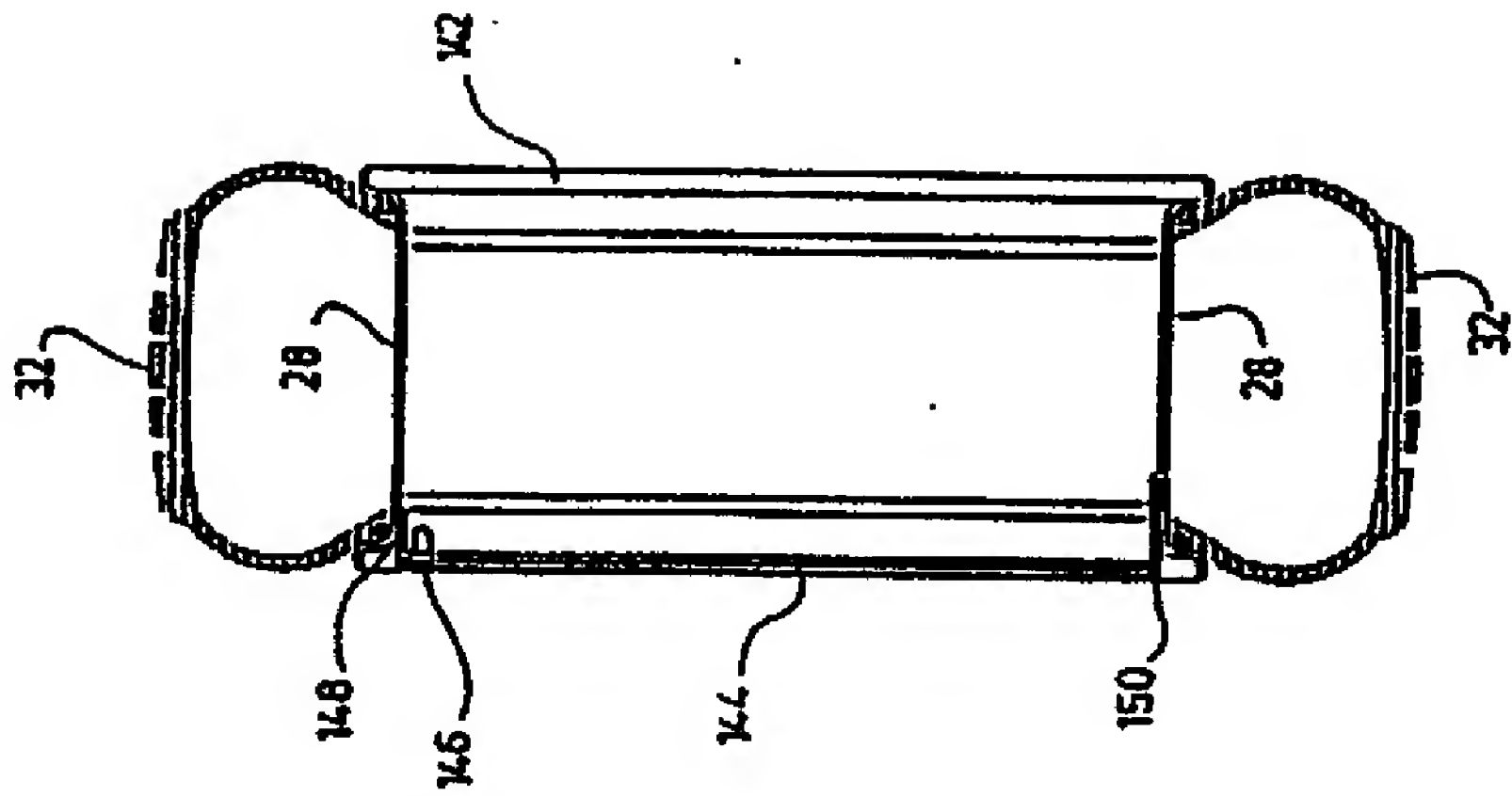


FIG. 9

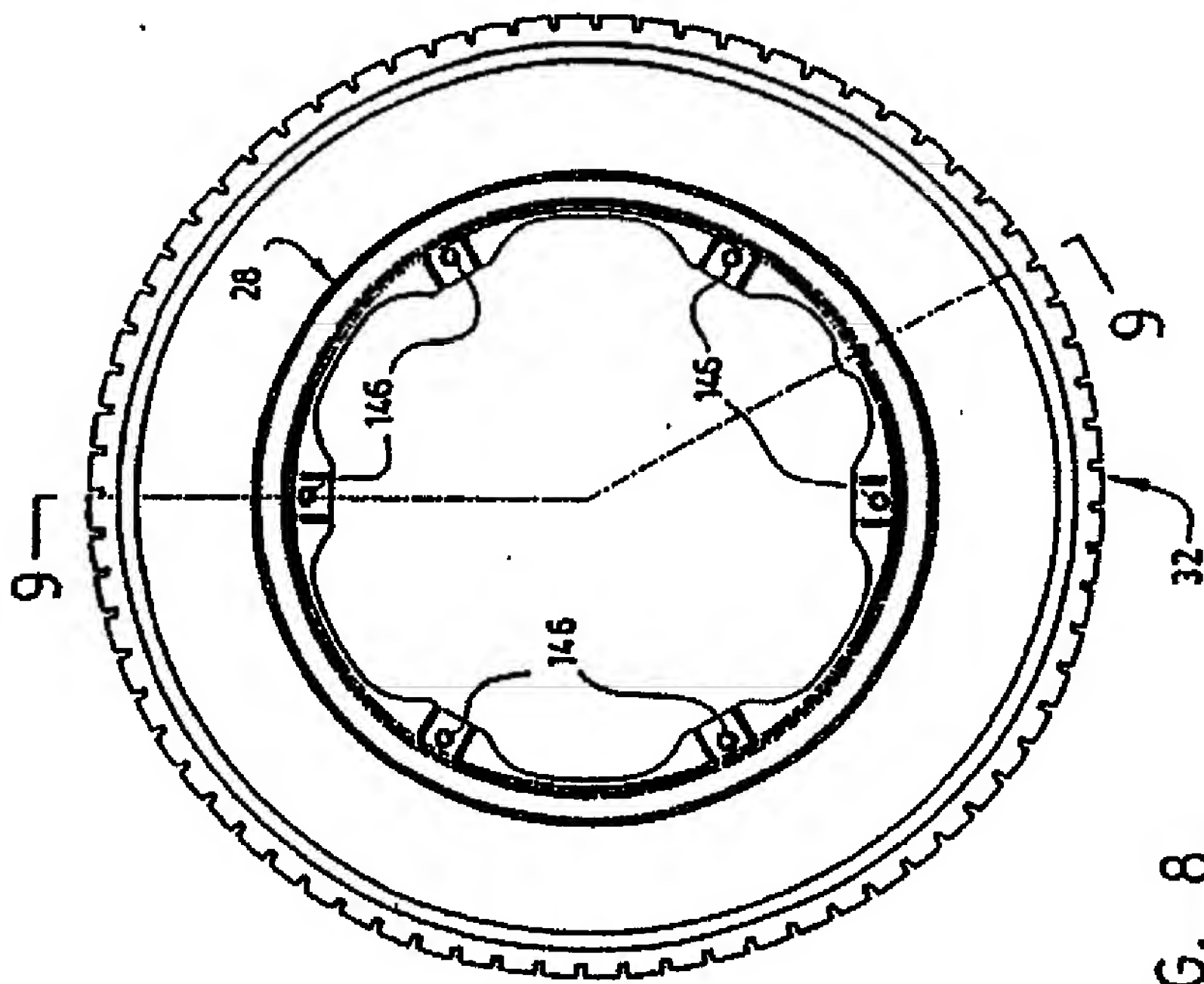


FIG. 8

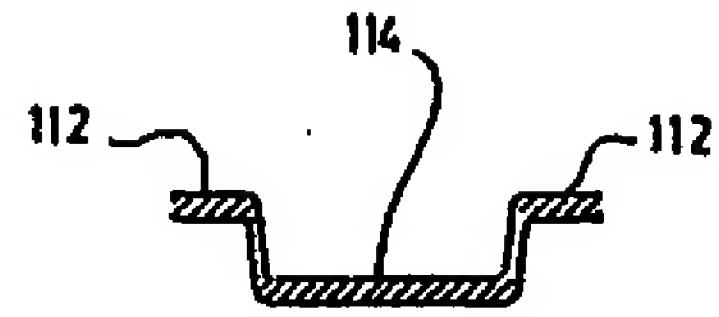


FIG. 7

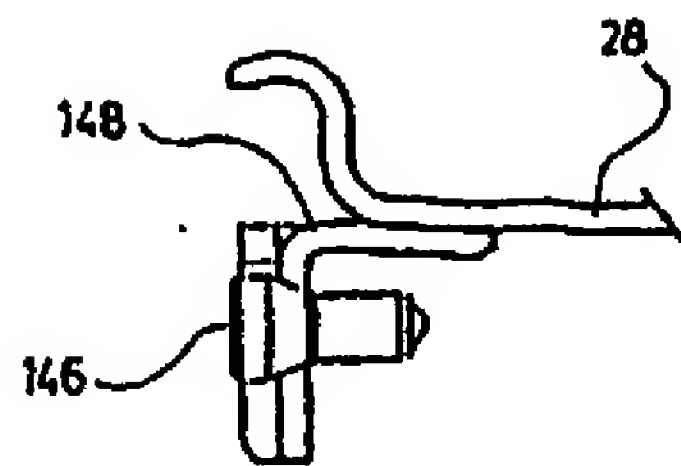
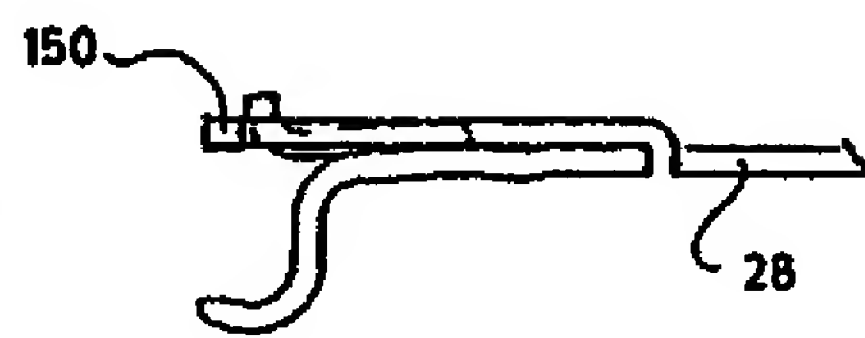


FIG. 10

FIG. 11



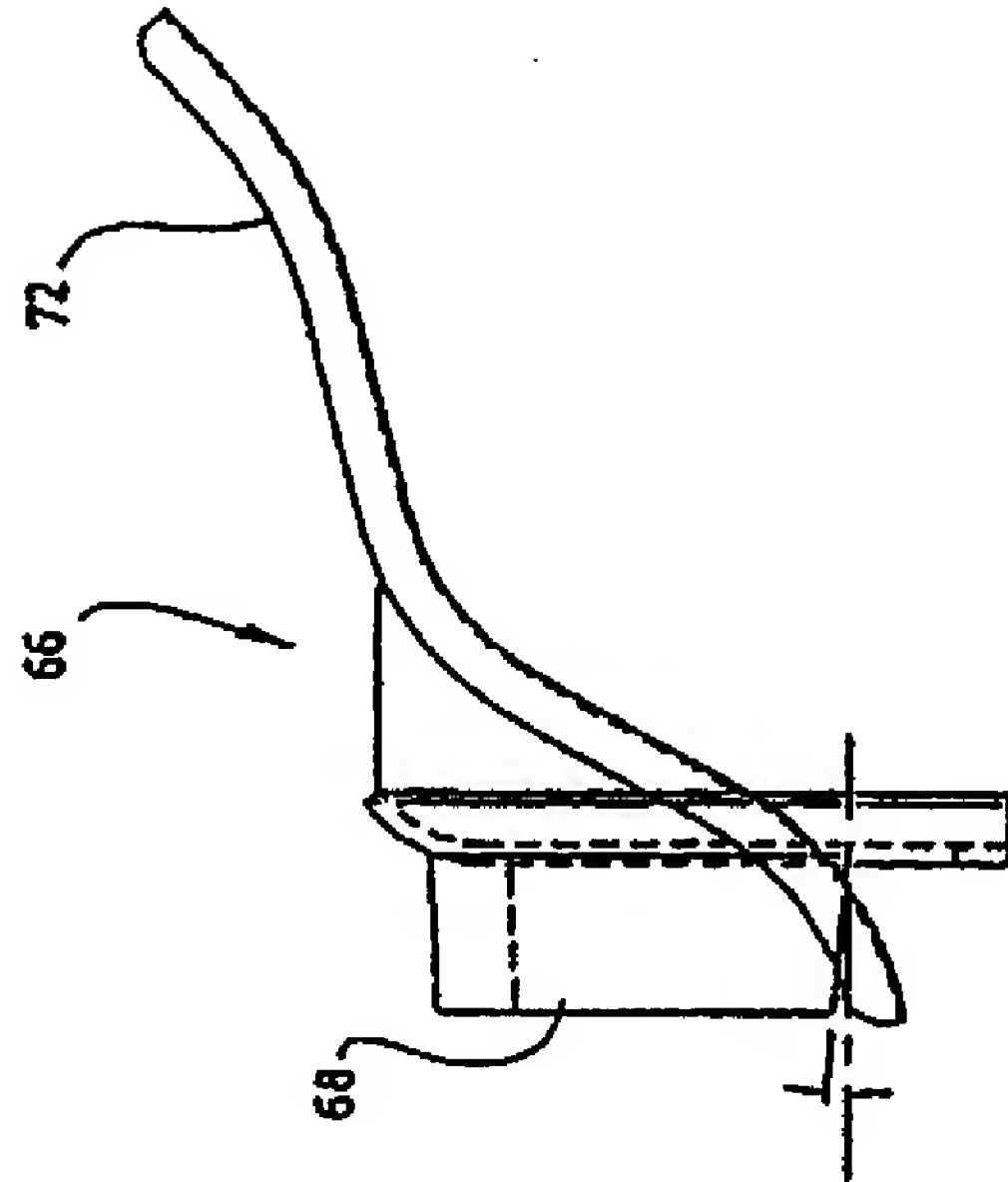


FIG. 12

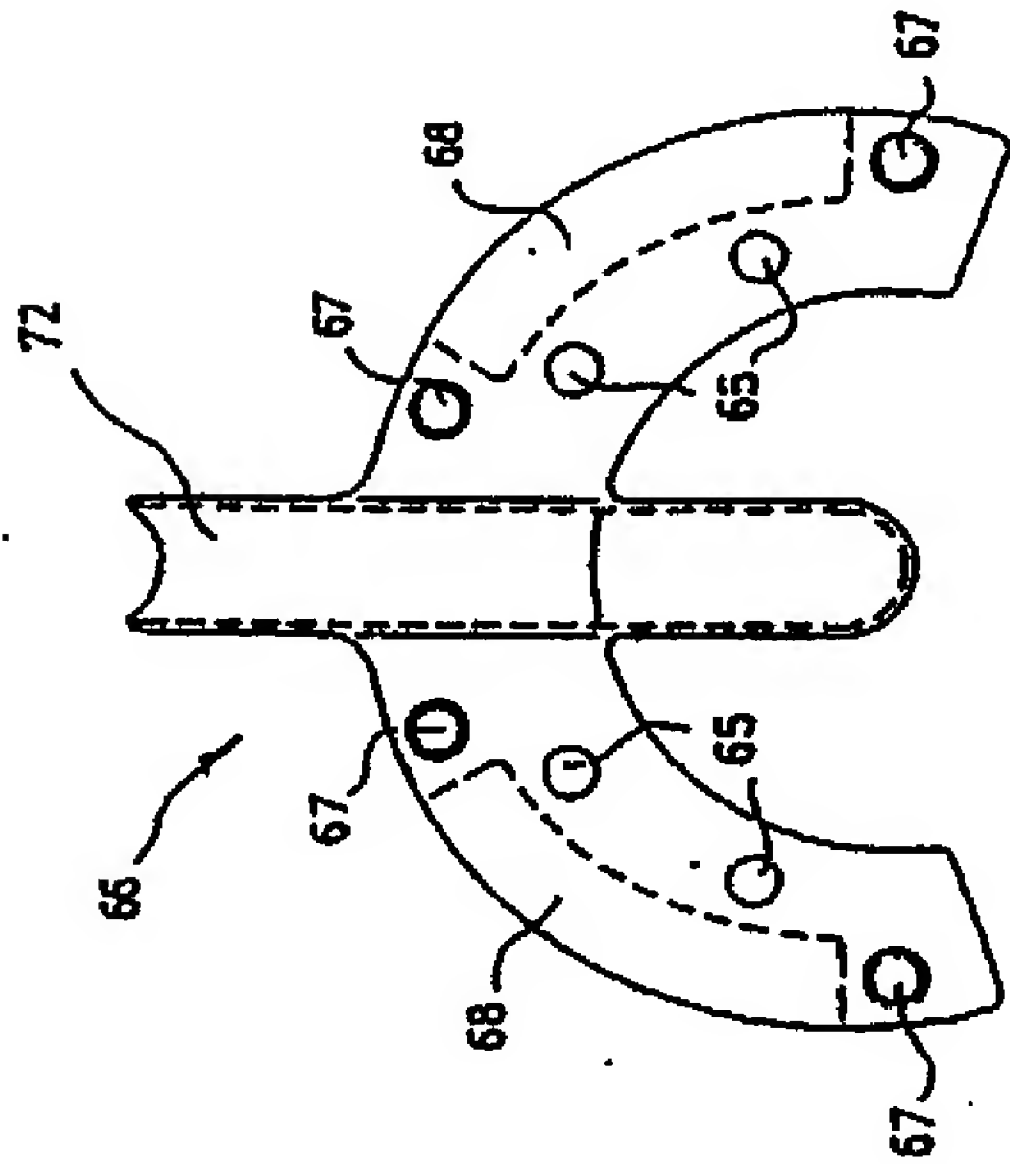


FIG. 13

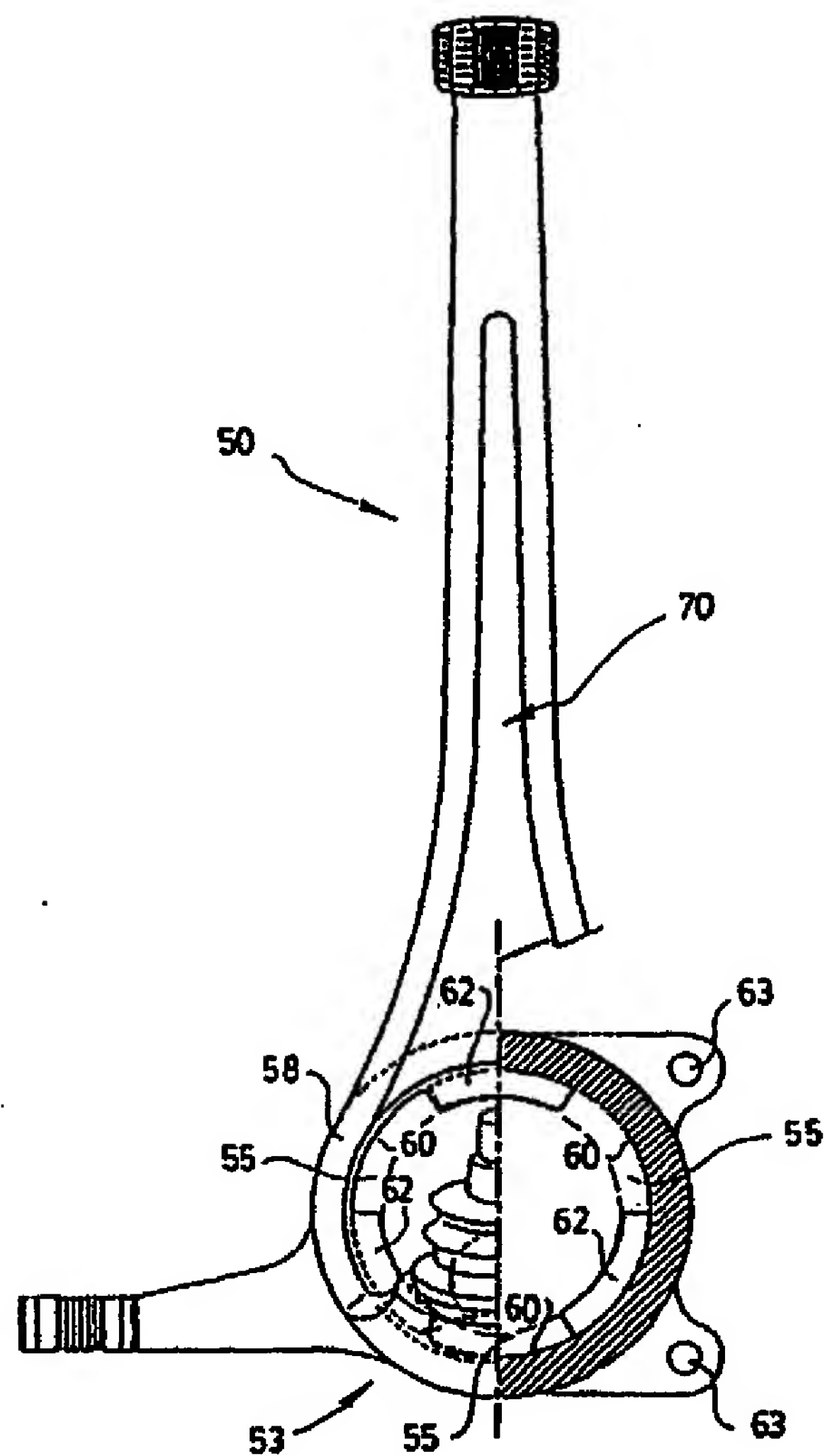


FIG. 14

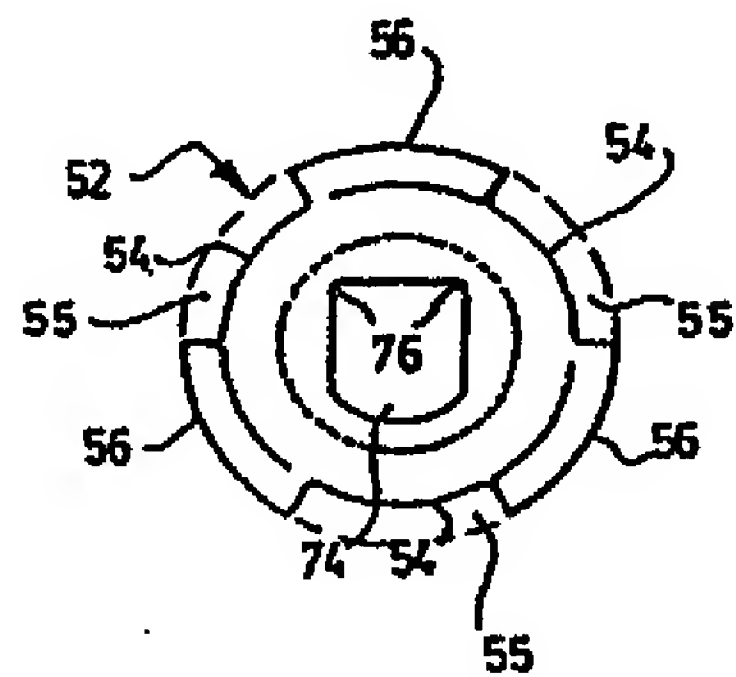


FIG. 15

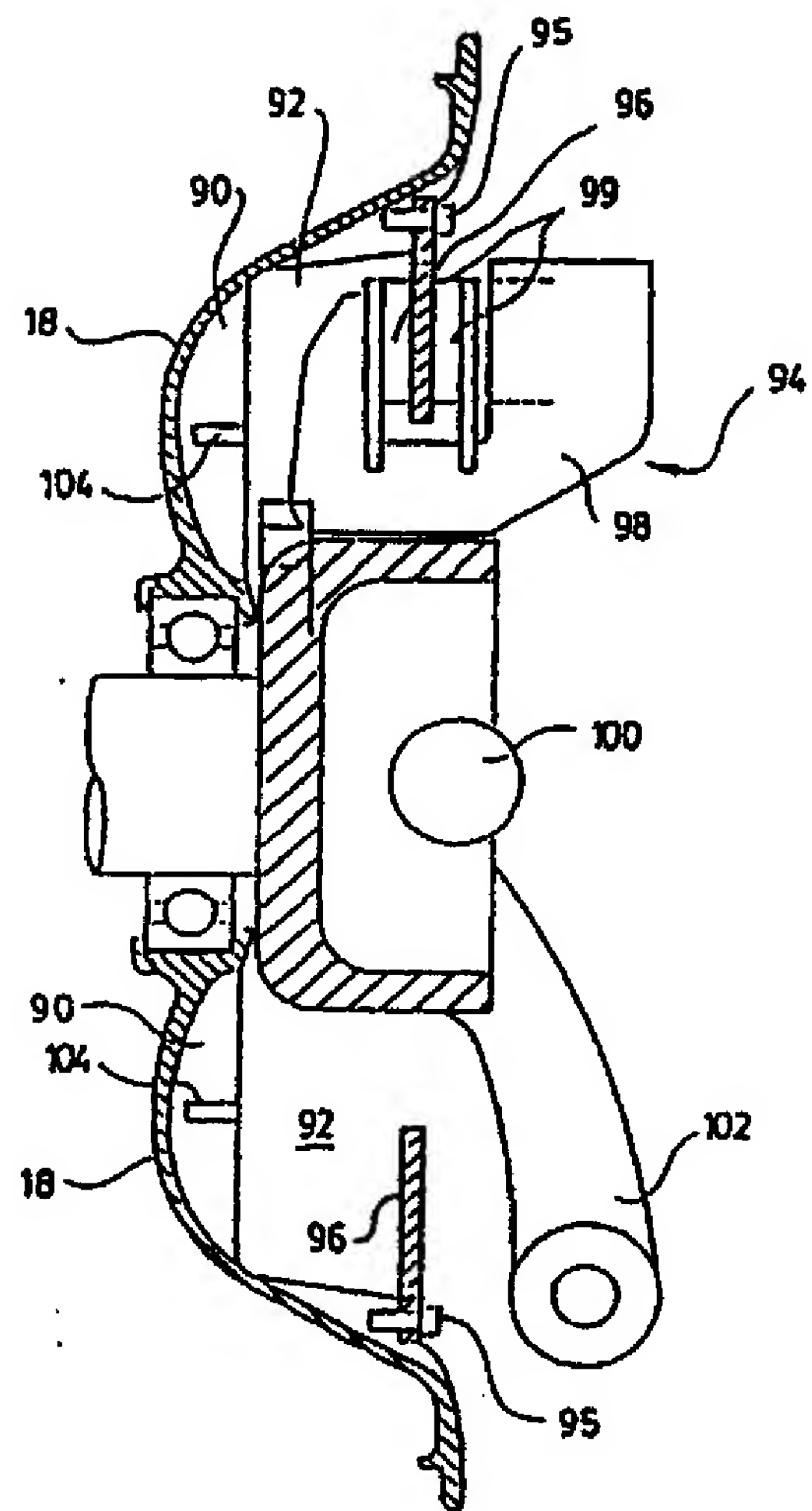


FIG. 16

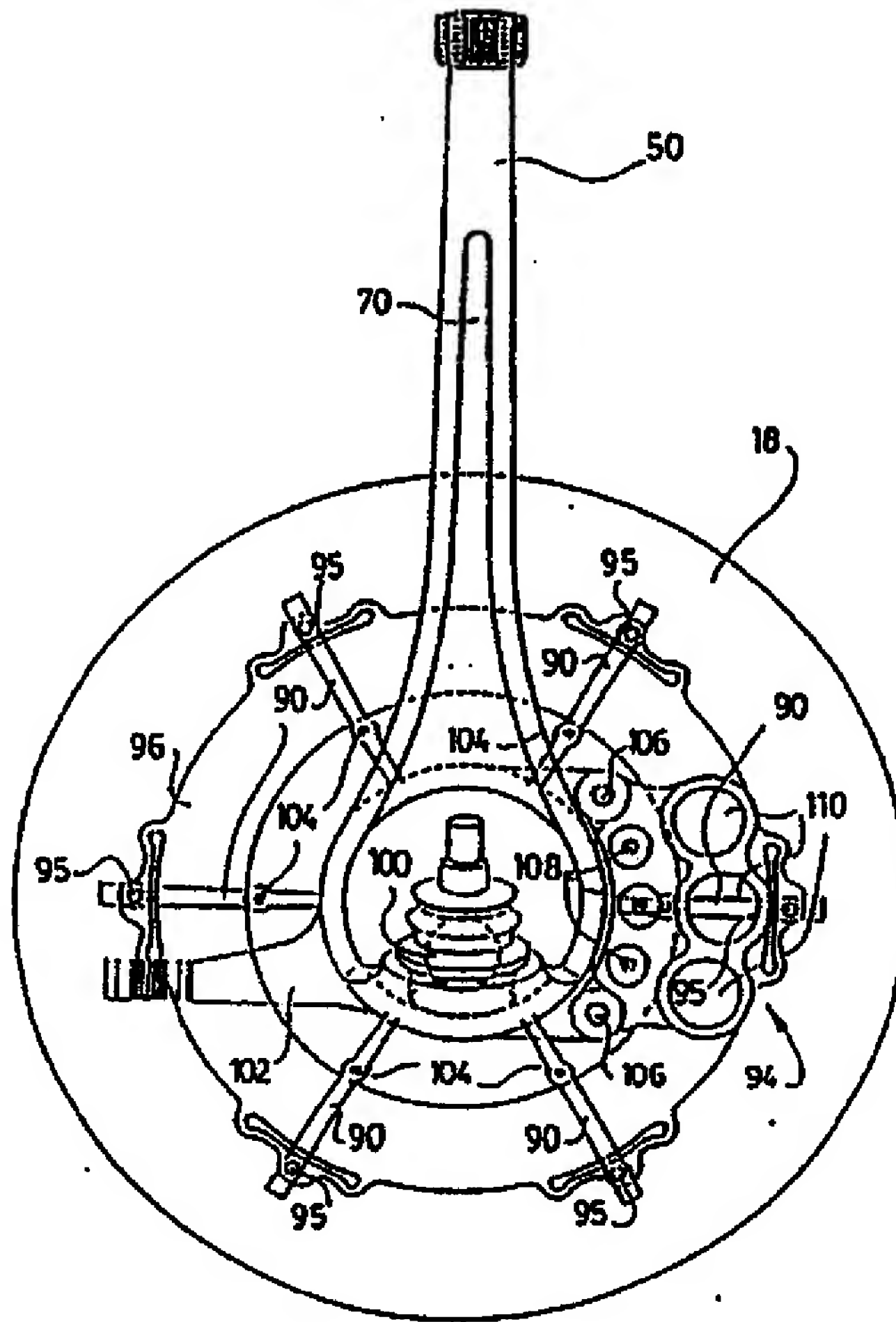


FIG. 17

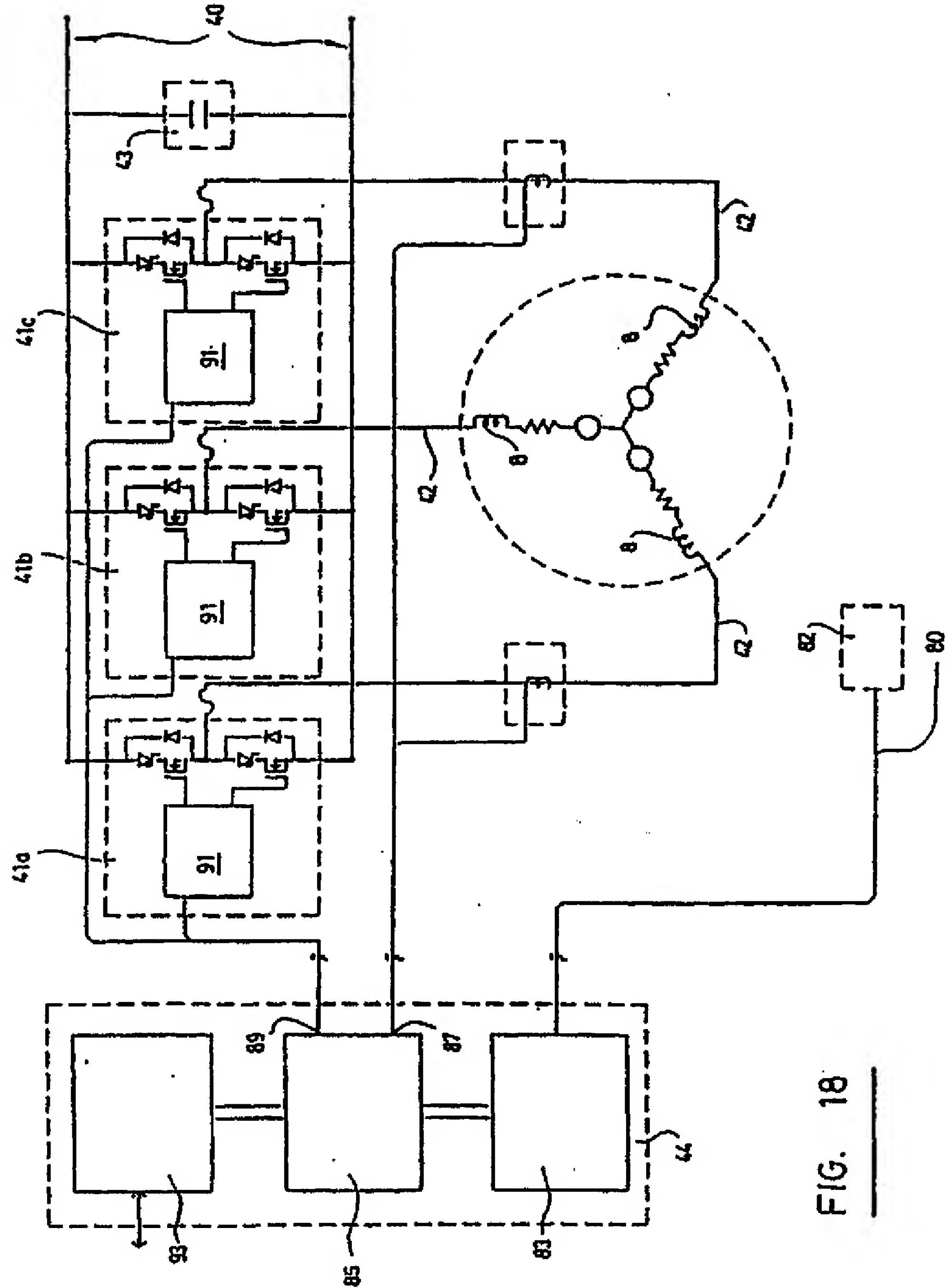


FIG. 18

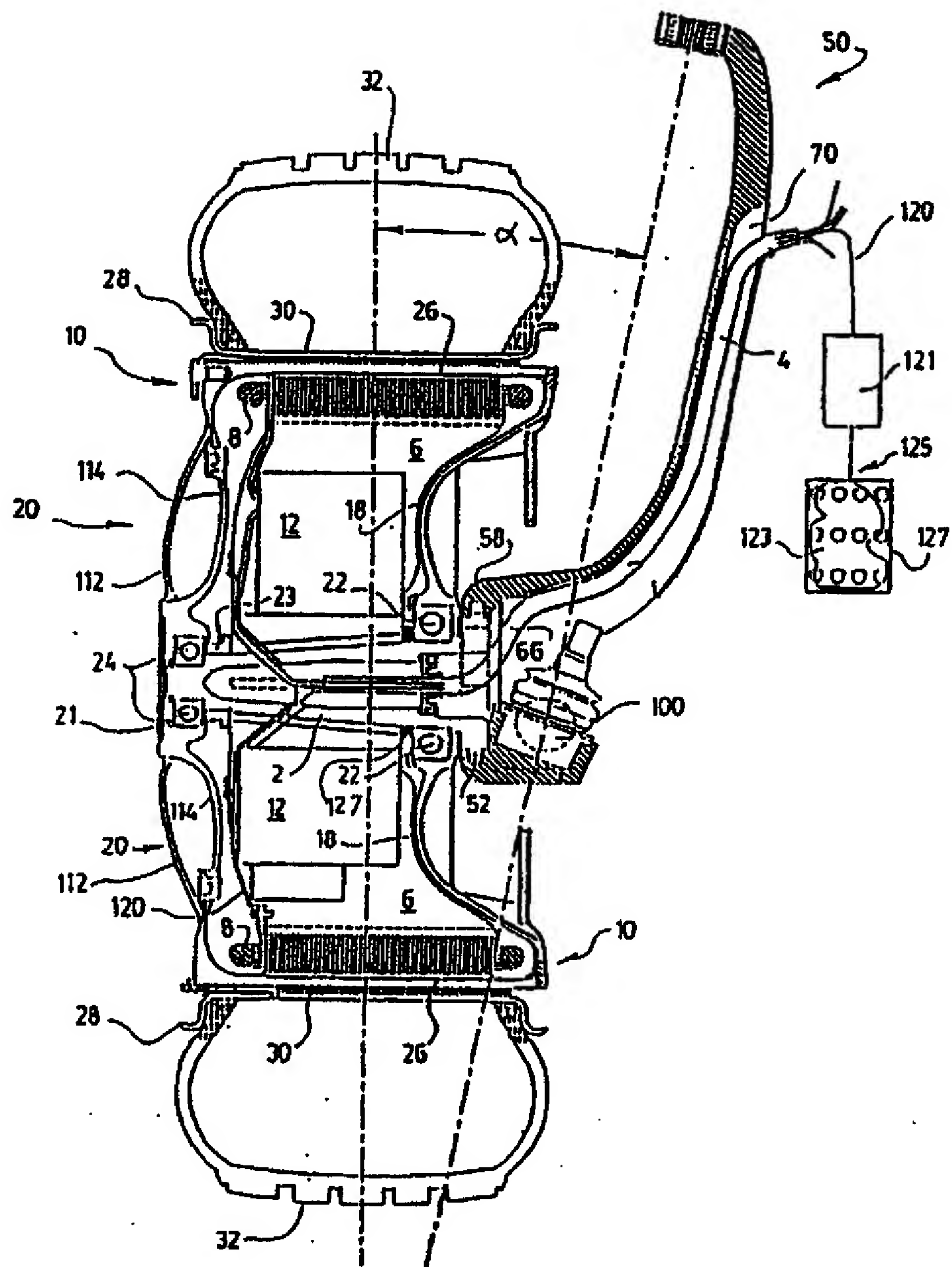


FIG. 19

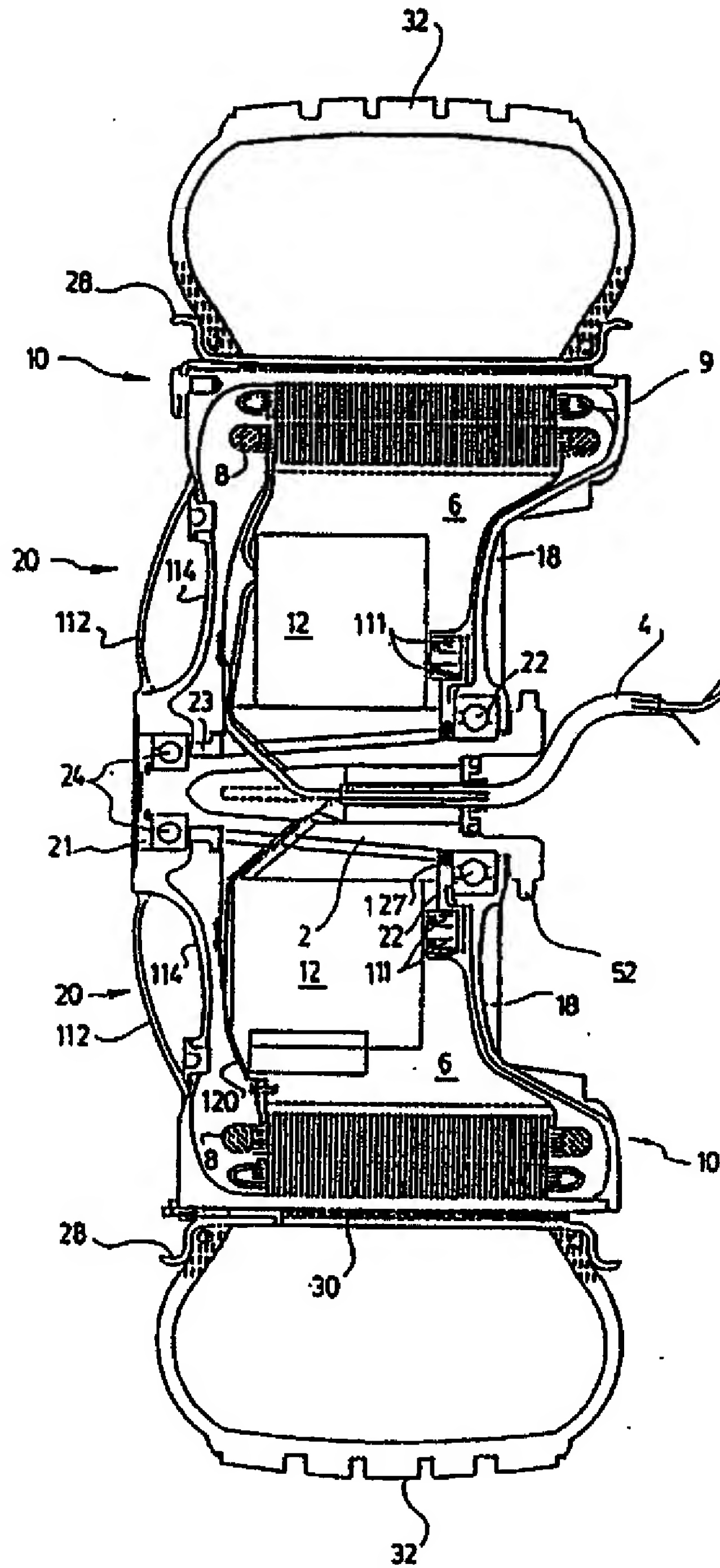


FIG. 20

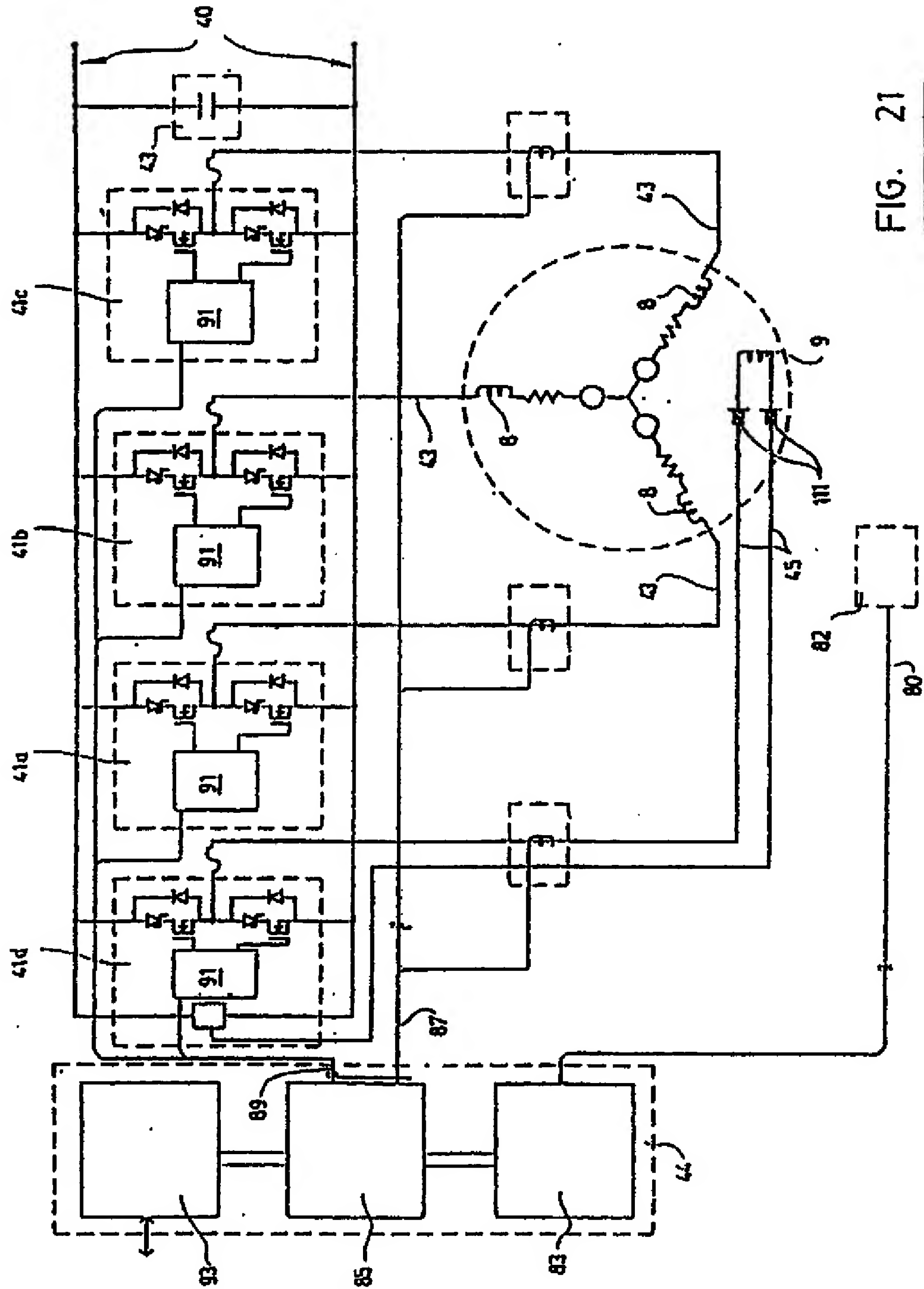


FIG. 21

15.06.97

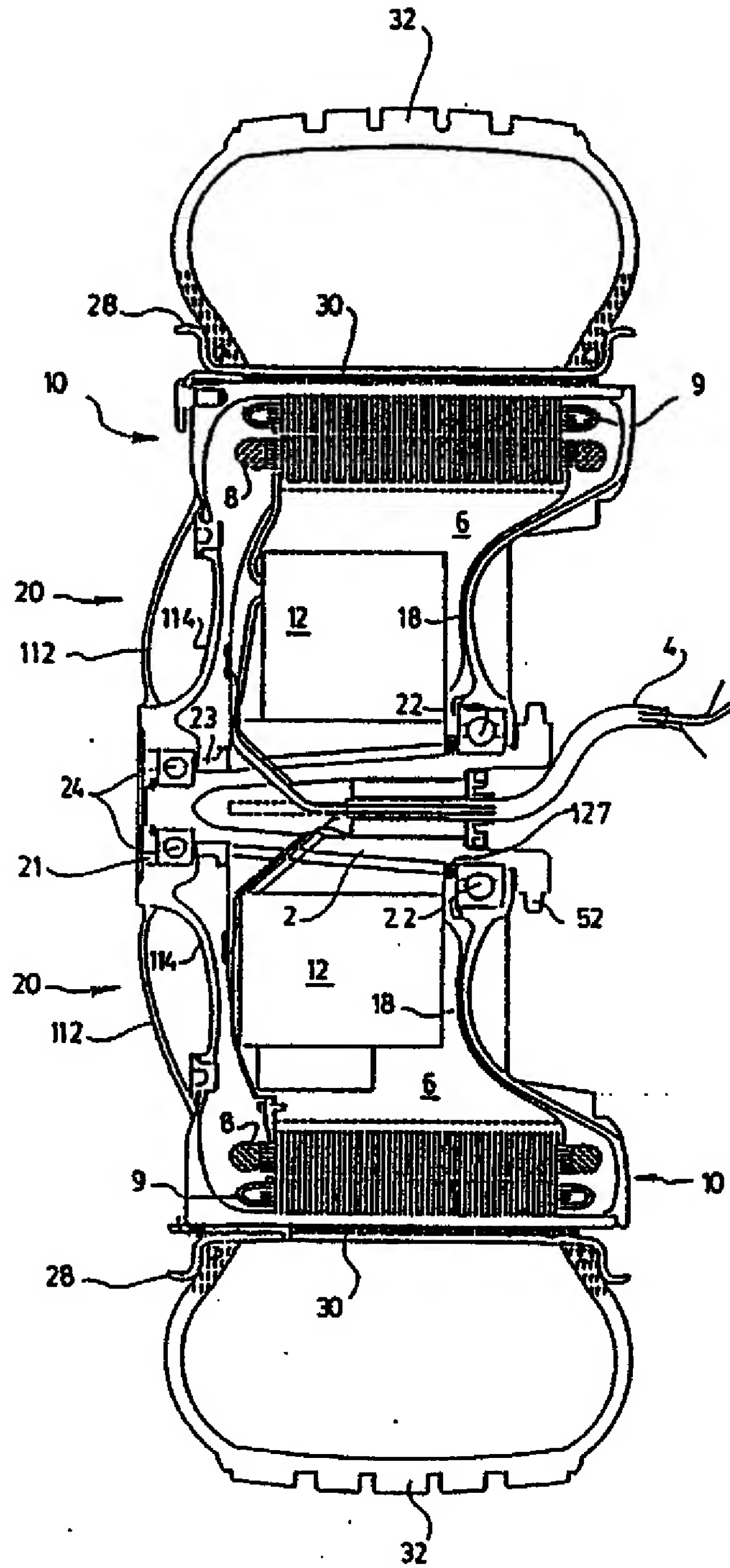


FIG. 22

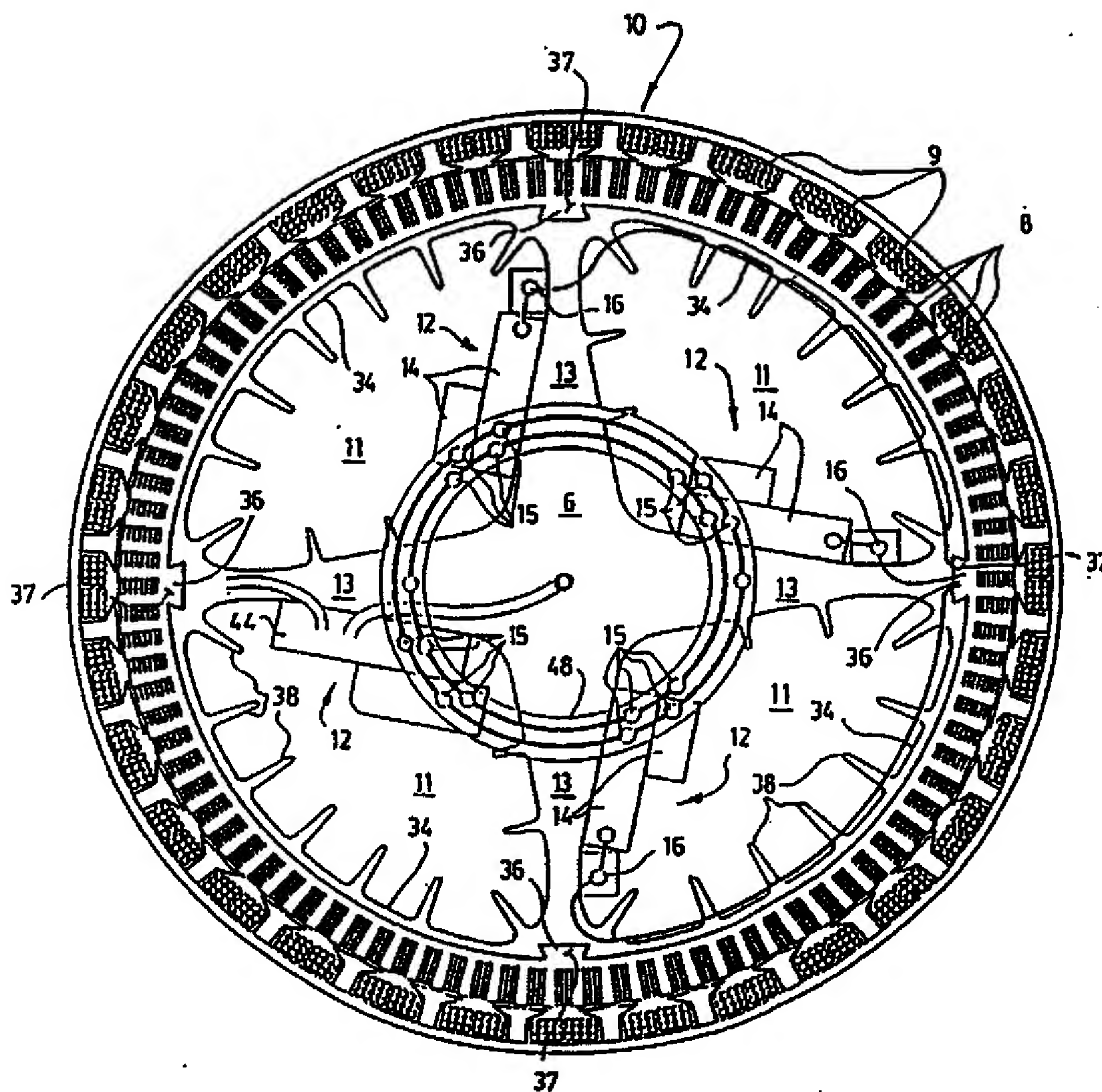


FIG. 23

15.08.97

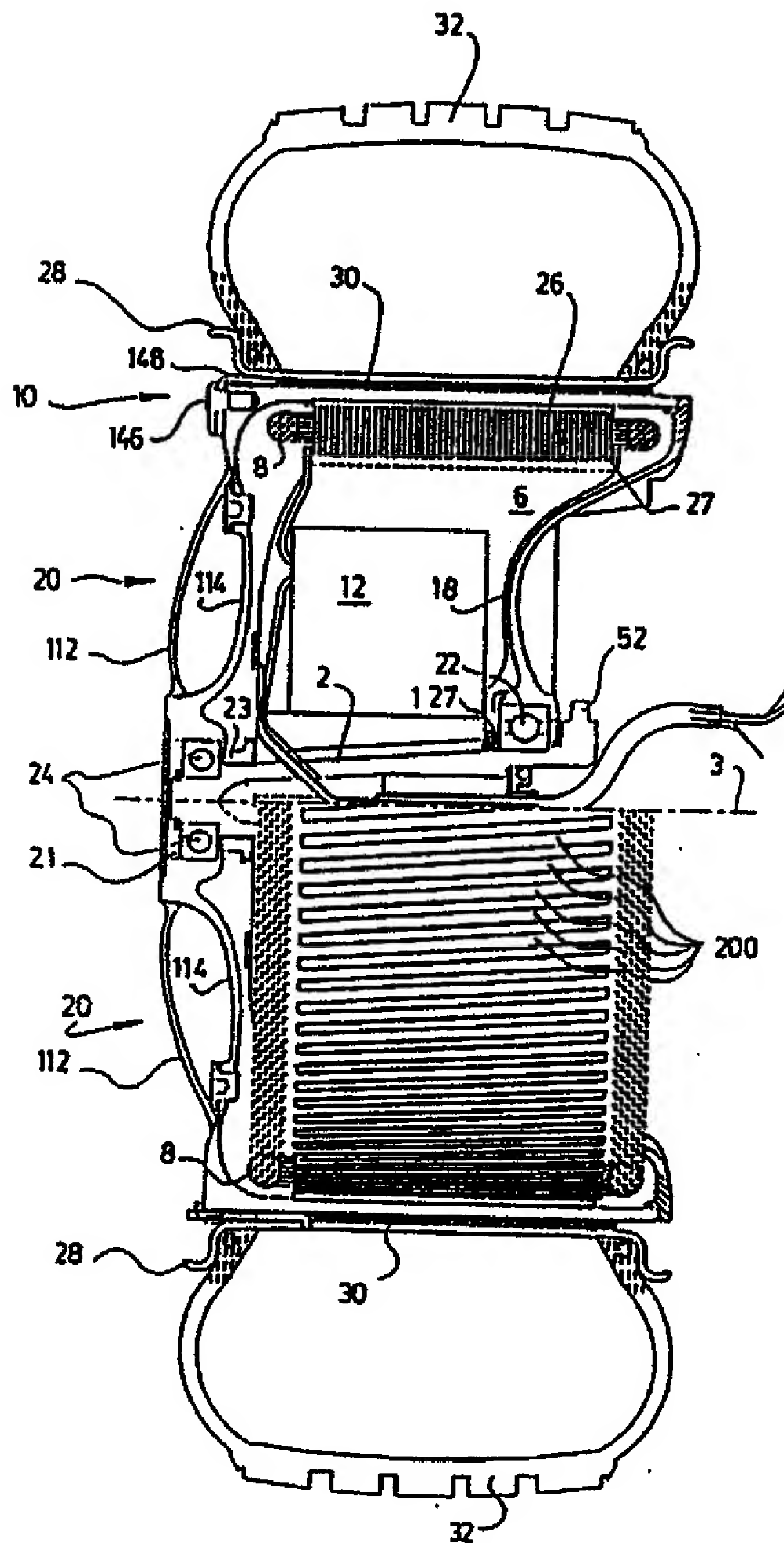


FIG. 24

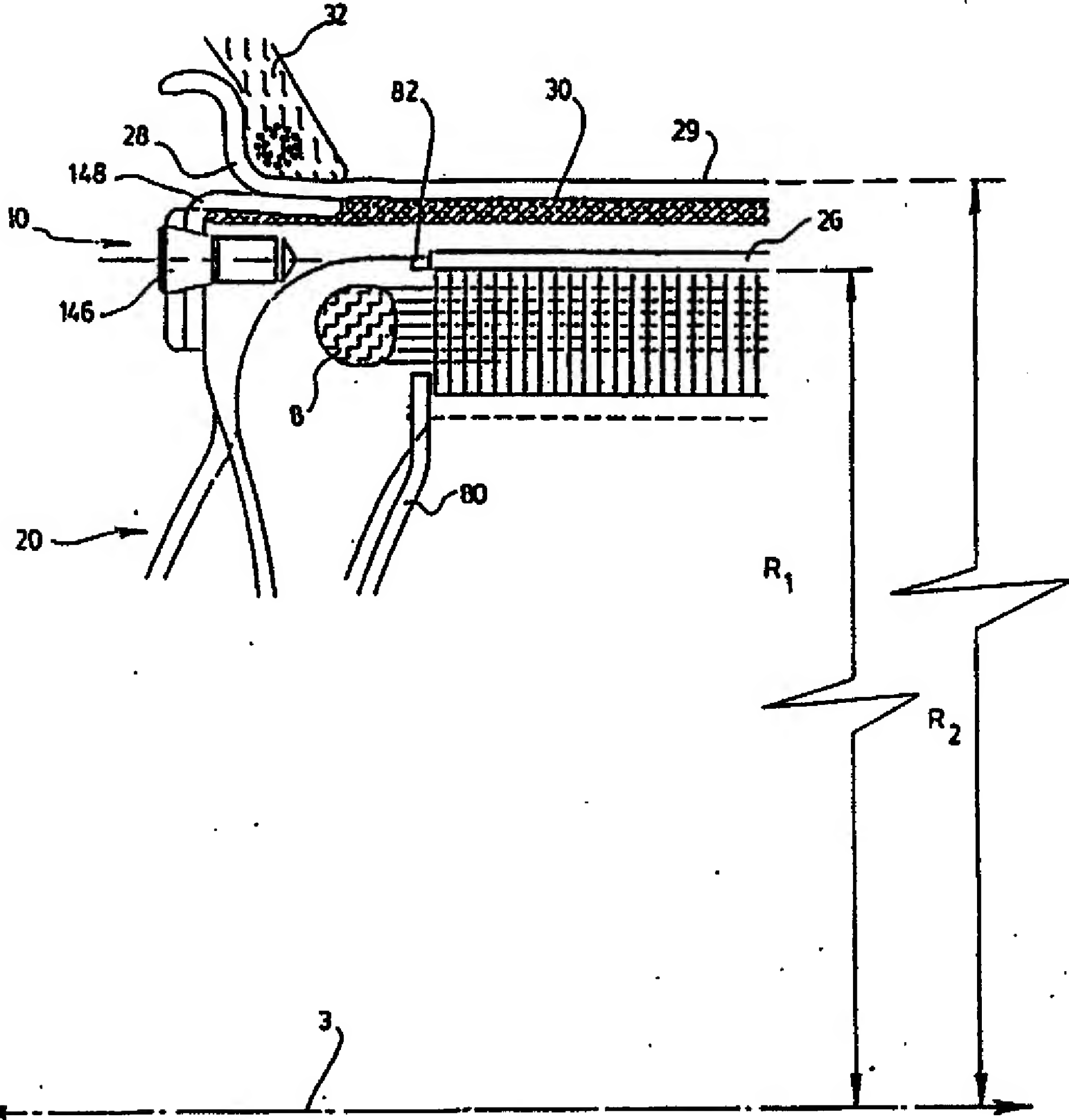


FIG. 25